N° D'ORDRE : 44

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE BORDEAUX

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES NATURELLES

PAR

H. GERMAIN

Pharmacien

Professeur à l'École de Médecine d'Angers

1re **THESE.** — Les lieux de développement et de multiplication des Diatomées d'eau douce. — Contribution a l'écologie des diatomées.

2e **THÈSE.** — Propositions données par la Faculté.

Soutenues le 11 JAN. 1936 **devant la Commission d'examen**

MM. J. FEYTAUD..... *Président*

P. DANGEARD..... *Examinateurs*

F. DAGUIN.....

ANGERS

L'IMPRIMERIE DE L'ANJOU

21, Boulevard Gaston-Dumesnil, 21

—

1935

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41543912_0046

N° D'ORDRE : 44

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE BORDEAUX

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES NATURELLES

PAR

H. GERMAIN

Pharmacien

Professeur à l'École de Médecine d'Angers

1re **THESE.** — Les lieux de développement et de multiplication des Diatomées d'eau douce. — Contribution a l'écologie des diatomées.

2e **THÈSE.** — Propositions données par la Faculté.

Soutenues le **devant la Commission d'examen**

MM. J. FEYTAUD..... *Président*

P. DANGEARD..... } *Examinateurs*

F. DAGUIN..... }

ANGERS

L'IMPRIMERIE DE L'ANJOU

21, Boulevard Gaston-Dumesnil, 21

—

1935

FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE BORDEAUX

	MM.	
Doyen	CHAINE	Anatomie comparée et Embryogénie.
Doyens honoraires.	PADÉ	Recteur honoraire de l'Académie d'Aix.
	PICART	Astronomie.
	DUPONT	Professeur à la Faculté des Sciences de Paris.
Professeurs honoraires.....	BÉNARD	
	VIGOUROUX	
	SAUVAGEAU	
	BOUNHIOL	
	DEVAUX	
	RICHARD	
	DUPONT	
Professeurs	PICARD	Astronomie.
	GUINCHANT	Physique générale.
	CHAINE	Anatomie comparée et Embryogénie.
	TROUSSET	Mécanique rationnelle.
	MERCIER	Physique expérimentale.
	FEYTAUD	Zoologie et Physiologie animale.
	DAGUIN	Géologie et minéralogie.
	DAURÉ	Physique.
	DANGEARD	Botanique.
	GENEVOIS	Physiologie végétale et chimie biologique.
	MILLOUX	Calcul infinitésimal et Analyse supérieure.
	TRUCHET	Chimie organique.
	N	Chimie minérale et Chimie physique.
Chargé de cours..	QUÉLET	
Maître de conférences honoraire	MANVILLE	
Maître de conférences	AVEL	Zoologie.
	BRUS	Chimie.
	CHOUARD	Botanique.
Maître de conférences-adjoint	ARIVAUT	
Secrétaire	ARTIGUELONG	

LES LIEUX DE DÉVELOPPEMENT

ET DE

MULTIPLICATION DES DIATOMÉES D'EAU DOUCE

Contribution à l'écologie des Diatomées

PAR

H. GERMAIN

ANGERS
L'IMPRIMERIE DE L'ANJOU
21, Boulevard Gaston-Dumesnil
—
1935

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

A MES PARENTS

A mon maître

Monsieur l'Abbé BIORET

INTRODUCTION

Les recherches entreprises depuis plusieurs années au Laboratoire de Botanique de la Faculté des Sciences d'Angers sur les Algues inférieures de la région du Maine-Anjou ont porté spécialement sur le plancton de nos rivières et de nos étangs, avec les travaux de mon Maître, Monsieur l'Abbé Bioret [23], du Dr. des Cilleuls [42], de Batard [15] et de Bigeard [22.].

On peut remarquer, dans les listes publiées par Bioret et des Cilleuls, la place considérable qu'occupent les Diatomées dans les pêches planctoniques, puisque, dans la Loire, ce dernier auteur a compté 175 espèces de Diatomées pour un total de 235 espèces. Mais ces Diatomées sont presque toujours arrachées à leur support naturel, c'est-à-dire en réalité accidentellement planctoniques; les espèces planctoniques (sensu stricto) se réduisent à un nombre très faible.

Cette remarque m'a amené à rechercher les origines de ce plancton accidentel. Le but du présent travail est donc de déterminer les lieux de développement et de multiplication des diverses espèces de Diatomées que j'ai récoltées depuis sept ans dans la région du Maine-Anjou.

Je suis heureux d'exprimer ici toute ma reconnaissance à mon Maître, Monsieur l'abbé Bioret, qui m'a suggéré ce travail et qui, par ses conseils éclairés, m'a permis de le mener à bonne fin.

Je tiens aussi à remercier Monsieur le professeur Papin, directeur du Laboratoire de l'Ecole de Médecine d'Angers qui m'a permis, par son accueil bienveillant, de réaliser en grande partie les photographies qui illustrent ce mémoire.

Enfin j'adresse l'expression de ma profonde gratitude à Messieurs les professeurs P. A. Dangeard et Blaringhem, de l'Institut, pour l'intérêt qu'ils ont bien voulu porter à ce travail, ainsi qu'à Monsieur le professeur Pierre Dangeard qui a bien voulu se charger de l'examiner.

HISTORIQUE

Malgré le nombre considérable de travaux parus jusqu'à ce jour sur les Diatomées, les renseignements écologiques sur ces Algues sont relativement rares. Les ouvrages généraux ne traitent presque tous que de morphologie ou de systématique.

Chez les auteurs français, ce n'est que dans les ouvrages très récents que l'on trouve quelques renseignements épars. Un travail de l'importance de celui de PELLETAN, par exemple, (Les Diatomées 1891), ne contient que de la morphologie, de la systématique et une technique détaillée sur les procédés de triage, de montage et d'examen des Diatomées. Les autres ouvrages, tels que ceux de PERAGALLO, [110-112], HÉRIBAUD [68], PETIT [116], PRUDENT [120], ne s'occupent pas davantage d'écologie. Les premières notes d'écologie sont fournies par ALLORGE, qui donne des renseignements précis sur les différents types de stations [1-12], mais dans celles-ci il n'étudie pas spécialement les Diatomées. Les listes d'Algues qu'il a publiées, provenant de diverses régions de la France, ainsi que celles de DEFLANDRE [54, 55], contiennent aussi des indications de stations, sans aucune considération générale sur la répartition des Diatomées. Enfin COMÈRE [47-52] fournit des renseignements dans ses divers ouvrages et, en particulier, dans une de ses dernières publications sur les associations algologiques du pays Toulousain et des Pyrénées Centrales.

Chez les auteurs étrangers, en dehors des auteurs de langue allemande, l'écologie fait presque complètement défaut. Le « Traité des Diatomées » de VAN HEURCK et son « Synopsis des Diatomées de Belgique », ouvrages fondamentaux, n'en contiennent presque pas; on n'y rencontre guère que les mentions « eau douces », « eaux saumâtres », avec l'indica-

tion de la localité. Le principal ouvrage anglais, « British Diatomaceae » de Smith est également morphologique et systématique. West [142] donne toutefois des indications pour quelques espèces planctoniques. Les ouvrages américains de Wolle [144] et de Boyer [26] ne sont également que des flores.

Des auteurs de langue allemande, le seul travail d'ensemble que je connaisse est celui de Kolbe [78], qui donne une excellente vue générale de l'écologie des Diatomées, mais ne touche que quelques cas spécifiques choisis comme exemples.

Mais, à côté de la synthèse de Kolbe, les renseignements écologiques épars sont nombreux et méritent d'être passés en revue.

Les uns proviennent d'études comprenant un genre entier telle que la monographie de Bethge [20] sur les *Melosira* et de Gemeinhardt [63] sur les *Synedra*.

Les autres ont surtout trait à la flore des lacs de l'Europe centrale; l'étude de la répartition des Diatomées y tient parfois une large place.

Enfin, la végétation algale des rochers suintants et des mousses humides a donné lieu à une littérature assez importante : je passerai donc en revue les travaux ayant trait à ces deux types de stations.

FLORE DES LACS.

L'étude de la flore des lacs a conduit les auteurs qui se sont occupés de cette question à traiter deux points principaux touchant la flore diatomique : 1) les Diatomées épiphytes; 2) les variations de la distribution des espèces avec la profondeur.

En 1896, Schroeter et Kirchner [135] publient une étude sur le lac de Constance, dans laquelle ils donnent des listes de Diatomées fixées sur les macrophytes.

En 1922, Brutschy [29], dans un travail sur le lac de Hallviller (Suisse), distingue cinq stations principales de Diatomées, présentant chacune des espèces adaptées à chaque type suivant le degré d'agitation de l'eau : 1) pierres littorales; 2) tiges de Roseaux; 3) plantes submergées; 4) Characées; 5) boues.

En 1922, HUSTEDT [73] étudie les Diatomées benthiques du lac de Lunz, dans lesquelles il distingue : 1) les formes de sédimentation littorale; 2) la zone des Diatomées des lacs profonds de 10 à 20 m.; 3) la zone de sédimentation pélagique (plus de 30 m.) Cette dernière zone est d'ailleurs très pauvre, en particulier pour le lac en question, à cause de sa forte teneur en calcaire, qui augmente avec la profondeur.

En 1923, le même auteur [74] s'occupe des lacs du Holstein; dans cet ouvrage, il fait ressortir que ses observations sont en contradiction avec les conclusions de BRUTSCHY [29], au sujet de l'adaptation des diverses espèces à l'état d'agitation du milieu.

La même année, WILLER [143] étudie les Diatomées épiphytes des masses d'eau de la Prusse Orientale; il distingue les vrais épiphytes, qui sont véritablement fixés sur les plantes (*Gomphonema*) des faux épiphytes, qui ne sont que déposés (éléments du plancton) ou des espèces telles que les Navicules; il étudie également les relations entre l'épiderme des macrophytes et la répartition des Diatomées sur la surface des feuilles.

En 1928, HURTER [69] publie une étude sur les algues littorales du Lac des Quatre-Cantons, dans laquelle il donne la flore des boues et la distribution des Algues dans la zone d'oscillation du niveau du lac.

En 1928 également, OBERDORFER [102] étudie la distribution en profondeur des Algues dans le lac de Constance. Il y distingue deux zones principales : 1) de 0 à 20 mètres, zone qui contient le plus grand nombre d'Algues et qu'il divise en deux parties : *a*) de 1 à 10 mètres, où l'on rencontre toutes les Diatomées de la ceinture de végétation; *b*) de 10 à 20 mètres, avec la plupart des Diatomées du fond, comprenant surtout des Navicules; 2) de 20 à 30 mètres, zone de grande profondeur, ou des Surirelles, *Gyrosigma* et *Diploneis*.

En 1929, CHOLNOKY [40] passe en revue un très grand nombre d'espèces épiphytes du lac Balaton et étudie leur distribution en profondeur, sur la tige des végétaux qui les supporte. Il a tracé, pour chaque espèce étudiée, une courbe figurant le résultat de ses numérations. Mais ces courbes, qui présentent souvent plusieurs maxima, parfois peu apparents, ne

semblent pas indiquer une affinité bien nette de chaque espèce pour une profondeur donnée.

En 1931 [41], dans une autre étude sur les Diatomées benthiques des grandes masses d'eau, il étudie l'influence de l'agitation du milieu. C'est d'ailleurs un des auteurs qui, dans ses listes d'espèces, a donné le plus de renseignements sur l'écologie des Diatomées d'eau douce.

ROCHERS SUINTANTS.

Ce genre de stations, qui présente souvent une abondante végétation de Diatomées adaptées à la vie subaérienne, a donné lieu à un certain nombre de travaux, dont voici les principaux.

En 1912, Schade [126] publie une étude générale sur la végétation des rochers suintants, constitués par des parois verticales taillées dans des calcaires du crétacé supérieur; il signale en particulier des colonies presque pures de *Fragilaria capucina* et de *Frustulia saxonica*.

En 1914, Schorler [133] présente une étude sur les associations des rochers mouillés et des rochers humides. Il distingue divers types d'associations des rochers mouillés, nommées suivant leur élément dominant : 1) *Stephanosphoeretum;* 2) *Cladophoretum;* 3) *Bacillariacetum;* 4) *Chromulinetum;* 5) *Gloeocapsetum;* 6) *Gloeocystetum*. Il divise ce Bacillariacetum qui nous intéresse, suivant la même méthode, en cinq types d'associations différentes : 1) *Fragilarietum virescentis;* 2) *Pinnularietum borealis;* 3) *Pinnularietum appendiculatae;* 4) *Frustulietum saxonicae;* 5) *Melosiretum Roeseanae*.

En 1922, Hustedt [73] donne des listes d'espèces trouvées dans les creux de rochers et les mousses, dans lesquelles se trouvent plusieurs espèces nouvelles de Diatomées subaériennes.

En 1927 et en 1928, Beger [16, 17], dans deux mémoires sur les Diatomées subaériennes, distingue deux types de végétation, suivant le degré d'humidité : 1) type xérotique, des stations présentant peu d'humidité ou asséchant souvent; 2) type mésophile, des stations beaucoup plus humides et n'asséchant pas ou très peu.

En 1929, Krasske [82] signale une station toute particulière de Diatomées : il s'agit d'espèces pénétrant à l'intérieur de la roche et qu'il nomme, à juste titre, Diatomées endolithiques.

En 1932, le même auteur [83] publie une étude détaillée d'espèces subaériennes (rochers suintants et mousses), dans laquelle il tient compte de l'influence du calcaire.

A côté de ces travaux particulièrement riches sur la flore des lacs et des rochers suintants, il convient, pour compléter ce bref exposé historique, de mentionner quelques autres mémoires ayant trait à l'écologie des Diatomées.

En 1915, Hustedt [71] donne une étude sur les Diatomées des Sudètes, dans laquelle il traite de différents types de stations et en particulier des tourbières de montagne. Pour lui, les espèces dites alpines sont des espèces d'eau froide : la température, et non l'altitude, est le seul facteur qu'il faille invoquer.

En 1922, Kurz [86] décrit la flore algologique de la plaine et de la région moyenne d'Appenzel; les Diatomées tiennent une large place dans cette étude qui comprend les ruisseaux, les sources, les fossés et les tourbières. Pour l'auteur, l'éclairement, autant que la température, influe sur le développement des Diatomées, mais l'influence de l'aération et de la teneur en substances dissoutes n'est pas claire.

En 1928, Budde [30] étudie les ruisseaux du Sauerland (Westphalie); il y distingue deux types écologiques : les biotopes lotiques, espèces des eaux vives, et les biotopes lénitiques, espèces des eaux calmes. Le premier type beaucoup plus riche et mieux caractérisé comprend diverses associations : sur les pierres du fond, *Gomphonemetum, Meridionetum, Achnanthetum, Diatometum, Ceratonetum, Cladophoretum, Microsporetum, Oscillarietum;* sur les macrophytes (*Cladophora, Chantransia, Lemanea,* Mousses), *Meridionetum, Synedretum, Diatometum, Ceratonetum;* dans les cascades, *Achnanthetum, Ulothricetum, Hormidietum.* Le second type moins riche comprend : sur les pierres, la boue, le sable, *Naviculetum, Desmidiacetum, Oedogonietum*; sur les plantes, *Naviculetum, Cymbelletum, Meridionetum, Diatometum, Synedretum, Melosiretum;* en eau libre, *Diatometum, Melosiretum.*

En 1931, Budde [31] publie une étude sur la flore des eaux courantes d'Espagne, dans laquelle il distingue les flores des fontaines, des sources, des ruisseaux et des fleuves; mais l'écologie des Diatomées n'y est que sommaire.

Il convient aussi de signaler que dans la nouvelle flore des Diatomées publiée par Hustedt [75], qui est l'ouvrage récent le plus complet sur ce groupe, et dont le premier volume contenant les Diatomées centriques est paru en 1930, on trouve un certain nombre de renseignements écologiques à propos de chaque espèce. La nouvelle édition du fascicule du Süsswasserflora de Pascher consacré aux Diatomées, dont Hustedt [76] est l'auteur, en contient également.

Je ne puis citer dans cet historique tous les renseignements écologiques épars dans un grand nombre de publications. Ils seront donnés à propos de l'espèce à laquelle ils se rapportent, dans la partie systématique de ce travail.

MÉTHODE DE TRAVAIL

Ma première préoccupation a été d'explorer les stations aquatiques les plus diverses possible : rivières, ruisseaux, grands et petits étangs, mares, tourbières, ornières, fossés, rochers suintants, eaux courantes ou stagnantes, plus ou moins minéralisées et plus ou moins chargées de matières organiques; dans ces diverses stations, les divers étages : planctonique, benthique, dans la limite la moins profonde des plus variés : plantes submergées, carènes de bateaux, roches siliceuses ou calcaires, boues minérales ou organiques.

De bonne heure, on se rend compte, dans ces explorations, que la population d'un espace, même restreint est rarement pure; presque toujours, diverses espèces se trouvent mêlées dans des proportions variées. Même dans ce cas, un simple coup d'œil ou des numérations montrent la prédominance de telle ou telle espèce, ce qui donne une indication utile.

Mais j'ai surtout porté mon attention sur les stations individuelles où la même espèce se développait abondamment au point de constituer des colonies presque pures de tout mélange. Un tel développement montre que l'espèce se trouve dans les conditions écologiques les plus favorables à sa nutrition et à sa multiplication. C'est ainsi que l'on trouve dans le plancton d'un étang ou d'une mare une certaine proportion de Navicules : *Navicula viridula*, par exemple, y est fréquente, mais ne s'y rencontre néanmoins qu'à l'état isolé, mêlée à d'autres espèces, tandis que, sur les pierres du fond des petits ruisseaux, affluents de l'étang, on observe des taches brunes de plusieurs décimètres carrés de surface, qui sont des colonies presque pures de cette espèce : *Navicula viridula* du plancton vient évidemment du petit ruisseau.

De plus, de pareilles colonies, dans lesquelles des milliers

d'individus peuvent être considérés comme provenant d'un seul individu initial, donnent des indications précieuses concernant l'amplitude des variations morphologiques d'une espèce donnée et la valeur de certains caractères systématiques, dont je ne pouvais pas me désintéresser.

Naturellement, les mêmes stations ont été visitées, autant que possible, plusieurs fois à diverses époques de l'année, pour juger des variations saisonnières.

J'ai déterminé le pH de l'eau des principales stations, au moyen d'échelles colorimétriques; mais j'ai dû y renoncer dans le cas de substratums simplement humides ou de stations éloignées du laboratoire, car le pH d'une eau varie rapidement dans un flacon même bouché à l'émeri, par suite de l'influence de l'alcalinité du verre, ou de fermentation de l'eau souvent chargée de débris organiques.

Pour évaluer le degré de minéralisation d'une eau, j'en ai pris le degré hydrotimétrique total par les méthodes habituelles, en contrôlant la dose de chlorures pour m'assurer qu'elle ne pouvait influer sur le résultat. Pour plus de précision, dans quelques cas, le dosage de la chaux totale a été effectué par précipitation à l'état d'oxalate et titrage par le permanganate de K.

Enfin, des dosages de matières organiques ont été effectués par le permanganate en milieu acide et alcalin et exprimés en milligrammes d'oxygène consommé.

RÉCOLTES.

Je n'ai rien à signaler de particulier sur le mode de récolte proprement dit, n'ayant eu besoin d'aucun matériel spécial. La plupart du temps les colonies de Diatomées se reconnaissent aisément à leur couleur et sont faciles à prélever avec une lame de couteau ou une pipette. Un filet à plancton, en soie à bluter très fine, m'a servi pour quelques pêches planctoniques.

Les récoltes ont toujours été examinées vivantes, quand les circonstances le permettaient, ou conservées dans de l'eau formolée, quand l'examen ne pouvait être fait le jour même. Ce mode de conservation garde le contenu cellulaire et en particulier les chloroplastes sans trop les déformer.

PRÉPARATIONS.

Pour l'examen des ornements de la membrane, j'ai eu recours la plupart du temps au grillage au rouge sombre sur une plaque de quartz fondu. Ce procédé a l'avantage de ne dissocier ni les colonies, ni les deux valves du frustule : cela m'a permis d'observer plusieurs cas intéressants; ils seraient passés inaperçus avec le traitement par les acides, qui dissocie les éléments du frustule. Toutefois, j'ai dû avoir recours à ce dernier procédé pour certaines espèces, telles que les *Fragilaria* ou les *Eunotia,* qui se présentent en bandes, dans lesquelles les individus sont réunis par leur face valvaire et ne peuvent montrer leurs ornements qu'après dissociation des éléments. Le traitement aux acides est également utile pour concentrer des récoltes pauvres en Diatomées, lorsque celles-ci sont dispersées dans des débris organiques (tourbières), ou minéraux (calcaires).

Le milieu de montage le plus fréquemment employé est un mélange de cinq parties de pipérine et deux parties de colophane. Ce milieu, d'un emploi pratique et d'une conservation indéfinie, d'un indice de réfraction de 1,60 environ, est suffisant pour la plupart des cas. Pour les détails très fins, j'ai eu recours au milieu au réalgar. Je ne connais que depuis peu de temps un excellent milieu, préparé par Pen et C° de San Francisco et vendu dans le commerce sous le nom d'Hyrax. Ce produit, qui m'a été indiqué par un Diatomiste nantais, M. Amossé, que je tiens à remercier ici, est d'un emploi aussi simple que la pipérine; son indice de réfraction est 1,80, au lieu de 1,60, ce qui est très sensible à l'observation : c'est une résine synthétique, qui a la consistance du baume du Canada et s'emploie de la même façon; il est presque incolore.

PHOTOGRAPHIES.

Seules les espèces caractéristiques, ou critiques, ou nouvelles pour la France, ont été représentées.

Pour obtenir les détails de structure, les photographies ont été faites à des grossissements de 700 et 1300 diamètres, avec un objectif à immersion 1/12 de Leitz; cet objectif me permet

de résoudre facilement les stries transversales de l'*Amphipleura pellucida* dans la pipérine, en rendant l'éclairage oblique par une simple inclinaison du miroir. Cet objectif n'étant pas apochromatique, j'ai dû opérer en lumière verte, obtenue à l'aide d'une lampe électrique à basse tension (6 volts), à filament sensiblement punctiforme, et filtrée à travers deux écrans, contenant, l'un une solution à 5 % de chromate neutre de potassium, l'autre une solution de bleu de méthylène faible, et ayant chacune une épaisseur de 1 cm. de liquide. Cette lumière m'a donné un très bon pouvoir séparateur et l'emploi de plaques orthochromatiques (Lumière S. E.) m'a permis de réduire le temps de pose à une fraction de minute pour le plus fort grossissement. La lumière bleue, qui donne un très bon résultat pour l'observation et qui est conseillée par divers auteurs pour la photographie, à cause de sa plus faible longueur d'onde permettant d'augmenter le pouvoir séparateur, m'a pourtant semblé inutilisable. En effet, la lumière bleue, obtenue par simple filtration à travers un écran de bleu de méthylène ou de sulfate de cuivre ammoniacal, n'est pas suffisamment monochromatique; aussi, dans cette lumière, l'œil perçoit surtout les radiations jaune-vert, tandis que la plaque photographique est impressionnée par les rayons chimiques bleu-violet, beaucoup moins sensibles pour l'œil, mais toujours plus actiniques, même pour une plaque orthochromatique; il en résulte que les radiations impressionnant la plaque et l'œil n'ayant pas la même longueur d'onde, la mise au point n'est pas la même dans les deux cas. L'addition de l'écran jaune, arrêtant les radiations bleues et violettes, a corrigé ce défaut d'une façon parfaite.

OUVRAGES DE DÉTERMINATION.

Pour la détermination et la dénomination des espèces, j'ai suivi autant que possible le Süsswasserflora de PASCHER, dans lequel HUSTEDT a rédigé la nouvelle édition du volume consacré aux Diatomées. C'est l'ouvrage récent qui contient le plus d'espèces d'eau douce et l'autorité de son auteur est incontestée.

Les autres ouvrages consultés pour les déterminations sont les suivants :

Cleve P. T. [43] : Synopsis of the Naviculoid Diatoms;
de Toni J.B. [57] : Sylloge algarum omnium hujusque cognitarum;
Meister F. [95] : Die Kieselalgen der Schweiz;
Peragallo H. et M. [112] : Diatomées marines de France et des districts maritimes voisins;
Schmidt A. [129] : Atlas des Diatomaceenkunde;
Schoenfeldt H. von [129] : Diatomaceae Germaniae.
Van Heurck H. [140] : Sypnopsis des Diatomées de Belgique.

Les listes des espèces de chaque station sont faites d'après l'ordre de fréquence; les espèces représentées par quelques individus seulement dans une préparation n'ont pas été mentionnées, à moins d'un intérêt particulier.

Les noms d'auteurs sont donnés, une fois pour toutes, dans le catalogue systématique des espèces.

La synonymie et les références aux figures des auteurs ne sont données que dans les cas où la détermination présente une difficulté particulière.

PLAN DU TRAVAIL.

J'ai adopté pour cette étude le plan suivant :

Première partie : Etude des différentes stations naturelles des Diatomées, dans laquelle je distingue deux séries bien distinctes d'inégale importance : 1) les Diatomées planctoniques, dont le nombre est très restreint; 2) les Diatomées benthiques, comprenant toutes les espèces fixées dans les milieux les plus divers.

Deuxième partie : Relation des Diatomées benthiques avec leur support; dans laquelle j'envisage le rapport que peut avoir le mode de fixation des frustules avec les conditions du milieu extérieur.

Troisième partie : Influence des différents facteurs écolo-

giques. Cette partie est une sorte de conclusion des deux précédentes.

Quatrième partie : Catalogue systématique des espèces observées, dans lequel chaque espèce est considérée en particulier au point de vue écologique, systématique et morphologique, s'il y a lieu.

Conclusions.

PREMIÈRE PARTIE

Étude des stations naturelles

PREMIÈRE SECTION

DIATOMÉES PLANCTONIQUES

Les Diatomées d'eau douce, purement planctoniques, se réduisent à un très petit nombre d'espèces. Si l'on rencontre une grande variété d'espèces dans les pêches planctoniques, ce sont pour la plupart des individus arrachés à leur support, qui toutefois peuvent continuer à se développer et à se multiplier à l'état libre.

La liste des Diatomées trouvées dans le plancton de la Loire par DES CILLEULS contient le nombre énorme de 175 espèces; cela provient de ce que la Loire et ses affluents, qui ont un cours plus ou moins rapide, constituent de véritables collecteurs, drainant les espèces arrachées d'un peu partout; c'est ce qui explique également la présence dans la Loire, à Saumur, d'un certain nombre d'espèces de montagnes, qui proviennent jusque du Massif Central; de l'avis de DES CILLEULS lui-même, la Loire n'a qu'un plancton d'emprunt.

Mais si, par contre, on étudie un étang qui n'est traversé par aucun cours d'eau et qui par conséquent n'est jamais souillé par l'apport de détritus dûs à des crues, on verra que la liste des espèces de Diatomées planctoniques sera très res-

treinte; c'est le cas, par exemple, de l'étang de Serrant, près d'Angers, dans lequel j'ai fait à diverses époques de l'année des pêches au filet d'Apstein et où je n'ai jamais trouvé dans le plancton que les espèces suivantes :

Asterionella gracillima
Melosira ambigua
— *granulata*
Fragilaria crotonensis
Synedra Acus v. *angustissima*

Dans les étangs qui sont sujets à des crues rapides, tel que l'Etang St-Nicolas, à Angers, étudié par mon Maître, M. l'Abbé Bioret [23], ou dans des rivières, comme la Mayenne, dont les biefs représentent, dans les périodes basses eaux, autant d'étangs successifs, il est à remarquer qu'à la première crue qui trouble l'eau la flore planctonique, analogue à celle de l'étang de Serrant signalé plus haut, *Melosira ambigua, Asterionella gracillima* etc... souvent très abondante, est immédiatement remplacée par des éléments arrachés au rives et aux macrophytes, tels que *Melosira varians, Synedra Ulna, Diatoma vulgare,* nombreux *Navicula* et *Nitzschia.* On est même frappé de retrouver dans cette flore nouvelle si peu des éléments qui, moins de 48 heures auparavant, se rencontraient en si grande quantité; on a l'impression que ces espèces ont été précipitées par un apport d'eau chargée de particules argileuses; M. Bioret a signalé à ce sujet la sensibilité particulière de l'*Asterionella* à l'influence probable de l'argile.

Les espèces arrachées par le courant doivent donc être considérées comme planctoniques accidentelles. Elles peuvent continuer à se développer, même à se multiplier, dans ces conditions, mais leur mode de vie normale est toujours d'être fixées sur les pierres de la rive, les plantes submergées ou la boue du fond.

Voici la liste des espèces planctoniques « sensu stricto » rencontrées dans notre région :

Asterionella gracillima
Attheya Zachariasi
Fragilaria crotonensis
Nitzschia actinastroides
Melosira ambigua
— *granulata*
Synedra Acus var. *angustissima*

Deux de ces espèces ne proviennent pas de mes récoltes. La première, *Attheya Zachariasi,* a été signalée par M. Bioret dans l'Etang St-Nicolas à plusieurs reprises, mais une seule

fois en grande abondance. La seconde, *Nitzschia actinastroides*, provient de la Loire et le Thouet, où DES CILLEULS [42] l'a rencontrée périodiquement en abondance dans les étés de 1925 à 1927.

Entre ces espèces strictement planctoniques et celles que je qualifiais de planctoniques accidentelles, il convient de placer un certain nombre d'espèces qui peuvent vivre indifféremment libres ou fixées et qui jouent parfois dans le plancton un rôle de premier plan. Ce sont des espèces planctoniques facultatives telles que :

Fragilaria capucina
Stephanodiscus Hantzschii
— *Astraea*
Cyclotella glomerata
Diatoma elongatum
Tabellaria fenestrata

Certaines Surirelles, bien que cela semble surprenant, semblent appartenir au vrai plancton. WEST [142] signale, en effet, dans des lacs anglais et africains, des planctons à Surirelles et je dois faire remarquer que je n'ai jamais rencontré le véritable lieu de multiplication de *Surirella robusta*, *S. Capronii* et *S. elegans*, qui sont communes dans le plancton de la Maine, de la Mayenne et de l'Etang St-Nicolas. De même, DES CILLEULS signale dans la Loire des périodes en dehors des crues où *Surirella ovata* se rencontre en abondance.

Dans plusieurs genres, tels que *Fragilaria*, *Eunotia*, *Tabellaria*, *Diatoma*, la forme rubanée ou en zig-zag de la colonie semble bien faite pour offrir le plus de surface de contact possible avec le milieu et par conséquent semble bien adaptée à la flottaison; si elles sont, la plupart du temps, fixées à un support par une extrémité, on conçoit que l'état planctonique change peu leur mode de vie.

DEUXIÈME SECTION

DIATOMÉES BENTHIQUES

J'ai groupé ici un certain nombre de stations, qui m'ont fourni les flores les plus caractérisées. Ces flores étaient souvent constituées par une association aussi riche en espèces qu'en individus; parfois une espèce était nettement dominante; parfois aussi ce n'étaient que de véritables cultures pures d'une seule espèce.

Je n'ai pas insisté, dans cette partie, sur les caractères particuliers de certaines espèces; ils sont simplement signalés à l'occasion; pour les détails, on se reportera à la partie systématique.

J'ai classé ces stations de la façon suivante :

I. — Pierres des ruisseaux à eaux vives ne s'asséchant pas;
II. — Boues du fond des cours d'eau, des ruisseaux à eau calme, ne s'asséchant pas;
III. — Formations littorales des grands cours d'eau;
IV. — Fossés, ornières ou ruisselets s'asséchant souvent;
V. — Objets flottants;
VI. — Plantes aquatiques;
VII. — Animaux aquatiques;
VIII. — Tourbières;
IX. — Rochers suintants;

Pour une consultation plus facile de ce travail, voici la liste de toutes les stations, dans l'ordre où elles sont étudiées; les numéros servent pour le renvoi aux stations, dans l'étude systématique des espèces ou les comparaisons entre localités différentes.

EAU VIVE.

1. — Ruisseau du Pont-Perdreau, près de Château-Gontier;
2. — Ruisseau de l'Ouette, entre Laval et Château-Gontier;
3. — Ruisseau du Pont-Monceau, près de Château-Gontier;

4. — Ruisseau de Beaufaron, près de Château-Gontier;
5. — Point différent du même ruisseau, en aval du précédent;
6. — Déversoir des étangs de la Corbinière (Maine-et-Loire);
7. — Déversoir de l'étang de Chevigné (Maine-et-Loire).

BOUES. — EAUX CALMES.

8. — Ruisseau de Beaufaron;
9. — Id. plus en amont;
10. — Douves du Château de Ruillé, près de Château-Gontier;
11. — Ruisseau de l'Arche, près de Château-Gontier;
12. — Ruisseau de la Boirie (Origné, Mayenne);
13. — Ruisseau du jardin de l'Ecole de Médecine d'Angers.

FOSSÉS. — ORNIÈRES.

14. — Fossé, chemin des Sourdières, près de Château-Gontier;
15. — Autre fossé de la même localité;
16. — Fossé de la route de Château-Gontier à Ménil;
17. — Fossé d'un chemin creux près de la ferme du Petit-Moulin, près de Château-Gontier;
18. — Chemin creux près de la ferme des Sourdières;
19. — Ornière d'un chemin creux près de la ferme de Montpelour, près de Château-Gontier;
20. — Ornière du chemin de Robichon, près de Château-Gontier;
21. — Mare près de la ferme des Pérettes, près de Château-Gontier;
22. — Ornière d'un chemin creux à Mirwault, près de Château-Gontier.
23. — Fossé d'une ferme d'Ecouflant, près d'Angers;
24. — Fossé de la route de Château-Gontier à Ménil;
25. — Autre fossé de la même route.

OBJETS FLOTTANTS.

26. — Carènes de bateaux sur la Maine (Angers);
27. — Corps morts sur la Maine (Angers);

28. — Ponton sur la Mayenne (Château-Gontier);
29. — Pontons sur l'Erdre (Nantes).

PLANTES AQUATIQUES.

30. — *Potamogeton natans;*
31. — *Nuphar luteum;*
32. — *Nymphœa alba;*
33. — *Juncus;*
34. — *Typha;*
35. — *Chara;*
36. — *Cladophora;*

ANIMAUX AQUATIQUES.

37. — *Podophrya.*

TOURBIÈRES.

38. — Tourbière de Chaumont (près de Seiches, Maine-et-Loire);
39. — Tourbière de Juigné-sur-Loire (Maine-et-Loire);
40. — Autre tourbière de la même localité;
41. — Tourbière de Loge-Coucou, près de Château-Gontier.

ROCHERS SUINTANTS.

42. — Schiste, jardin public de Château-Gontier;
43. — Schiste argileux, les Sourdières, près de Château-Gontier;
44. — Schiste ardoisier, Etang St-Nicolas, Angers;
45. — Schiste, chemin creux près de Château-Gontier;
46. — Schiste, la Roche-Bernard (Morbihan);
47. — Calcaire dévonien, Carrières des Fours à Chaux d'Angers;
48. — Autre suintement de la même localité;
49. — Schiste ardoisier, Caves du Musée St-Jean, à Angers.

CHAPITRE PREMIER

PIERRES DES RUISSEAUX A EAU VIVE NE S'ASSÉCHANT PAS

Les ruisseaux à eau vive de la région de l'Anjou et du Bas-Maine, étudiés ici, présentent souvent, en hiver et au printemps, des végétations énormes de Diatomées; il arrive que toutes les pierres du fond en sont tapissées sur tout le cours du ruisseau.

Les stations étudiées ont été visitées le plus souvent possible. La végétation diatomique, d'une façon générale, commence en automne et peut durer jusqu'au mois de juin; les Diatomées ont d'ailleurs été toujours considérées comme des organismes d'hiver; mais l'apparition des colonies de Diatomées dans nos ruisseaux est très irrégulière. Un des facteurs principaux qui règlent le développement des Diatomées, c'est le régime du cours d'eau. Les crues gênent considérablement ce développement, non par la force d'entraînement du courant, car certaines espèces vivent dans des cascades, mais sans doute parce que ces organismes réclament une eau claire, pour les besoins de leur assimilation chlorophyllienne, et que l'eau des crues est chargée d'argile en suspension, qui lui enlève sa transparence. Cependant, on voit quelquefois de longues périodes hivernales sans crues (hiver 1932-33), qui ne semblent pas pour cela propices au développement des Diatomées. Il y a là des facteurs qui sont encore à rechercher.

Voici quelques types de ces stations :

St. 1. — RUISSEAU du PONT-PERDREAU, près de Château-Gontier.

C'est un petit affluent de la rive gauche de la Mayenne, qui a un cours d'environ 12 km. de long, quelques mètres de large et une profondeur de quelques décimètres dans les rapides, sans dépasser jamais 1 m. dans les endroits calmes et profonds.

Il coule sur des schistes, comme la plupart des ruisseaux de la contrée, mais il prend sa source dans des calcaires dévoniens, ce qui explique sa teneur appréciable en chaux, 0 gr. 055 par litre (degré hydrotimétrique total 13). Le pH, en conséquence, est également un peu plus élevé (8 environ) que celui de beaucoup d'eaux de la région.

Récolte du 4 décembre 1928. — Végétation extrêmement riche et variée, tapissant toutes les pierres du fond et les racines flottantes des arbres de la rive.

Navicula viridula	Dominant	*Navicula cryptocephala* v. *intermedia.*	C
— *gracilis*	CCC	*Gyrosigma attenuatum*	AC
— *cryptocephala*	CCC	*Cymatopleura Solea*	AC
— — var. *veneta*	CCC	*Nitzschia dubia*	AC
Nitzschia dissipata	CCC	— *Heufleriana*	AC
— *linearis*	CCC	*Gomphonema Augur*	AR
— *romana*	CCC	*Campylodiscus noricus* v. *hibernica*	AR
Melosira varians	CC	*Nitzschia amphibia*	AR
Synedra Ulna	CC	*Gyrosigma acuminatum*	R
Gomphonema acuminatum	C	*Frustulia vulgaris*	R
— *constrictum*	C	*Cymbella prostrata*	R
Cymbella lanceolata	C	*Cymatopleura elliptica*	R
— *ventricosa*		*Surirella robusta* v. *splendida*	R
Nitzschia sigmoidea	C	*Navicula rhynchocephala* v. *genuina*	R
Surirella ovata	C		

St. 2. — RUISSEAU de l'OUETTE.

Ce ruisseau est du même type que le précédent, un peu plus important toutefois; il est, comme lui, un affluent de la rive gauche de la Mayenne, situé à 10 km. plus au nord. Il coule sur un fond identique et son eau présente sensiblement le même pH et le même degré hydrotimétrique.

Récolte du 15 décembre 1928, sur les pierres du fond (très abondante) :

Gyrosigma Spencerii	D	*Gyrosigma attenuatum*	C
Nitzschia dissipata	CCC	*Melosira varians*	C
Navicula gracilis	CC	*Navicula lanceolata*	AC
— *cryptocephala*	CC	— *cryptocephala* v. *intermedia*	AC
— *viridula*	C	*Nitzschia linearis*	AC
Gyrosigma acuminatum	C	*Cymatopleura Solea*	R

Certaines pierres étaient recouvertes exclusivement d'une chevelure de *Melosira varians*.

St. 3. — RUISSEAU du PONT MONCEAU.

Ce petit ruisseau, affluent de la rive gauche de la Mayenne, situé entre les deux précédents, leur ressemble beaucoup. Il a un débit un peu moins important, mais son eau a les mêmes caractéristiques.

Récolte du 15 mars 1928. — A cette époque, sur certaines pierres du fond, se trouvaient des colonies énormes de *Gomphonema olivaceum*, qui formaient de véritables amas glaireux, dans lesquels se trouvaient enprisonnées diverses espèces, notamment *Cymbella ventricosa* (pl. XIV, fig. 3).

Gomphonema olivaceum	D	*Amphora perpusilla*	C
Navicula viridula	CC	*Surirella ovata*	C
— *cryptocephala* v. *veneta*	CC	*Synedra Ulna*	C
— *gracilis*		*Nitzschia dissipata*	C
Cymbella ventricosa	C	— *fonticola*	AC
		Meridion circulare	AC

Cette abondance de *Gomphonema olivaceum* en amas glaireux dans les eaux vives n'est pas rare ; j'ai rencontré un développement semblable : sur le déversoir d'un étang, près d'Entrammes (Mayenne), le 6-4-30; dans l'Aubance, près de Brissac (Maine-et-Loire), le 20-3-32 ; sur le déversoir de l'étang de Chevigné, près de St-Georges-sur-Loire (M.-et-L.), le 20-4-32 (Cf. st. 7).

St. 4. — RUISSEAU de BEAUFARON.

Ce ruisseau est un affluent de la rive droite de la Mayenne, situé à 2 km. en amont de Château-Gontier ; il est un peu moins important encore que les précédents, néanmoins il ne tarit jamais. Il ne coule sur aucun terrain calcaire, à l'encontre de ces derniers : il s'ensuit que son eau est encore

moins minéralisée (degré hydrotimétrique total 7) et son pH plus faible (7,5).

Récolte du 5 mai 1930. — A cette époque, sur toute la partie inférieure du cours de ce ruisseau jusqu'à cent mètres de son embouchure, les pierres du fond étaient entièrement recouvertes de *Navicula viridula*, se présentant sous forme de colonies en tubes, comme des *Schizonema* marins.

St. 5. — Il s'agit toujours du même ruisseau, mais pris à son embouchure, où l'eau est encore vive.

Récolte du 30 mai 1930. — A cette époque se trouvait, en colonie pure, une espèce que j'y avais déjà rencontrée, mais jamais en telle abondance, *Navicula pelliculosa*. Elle formait sur les pierres des lames muqueuses très consistantes, d'une couleur un peu plus verte que les autres colonies de Diatomées.

St. 6. — DÉVERSOIR de l'ÉTANG de la CORBINIÈRE, près Segré (M.-et-L.).

Ce déversoir autrefois utilisé par un moulin, aujourd'hui abandonné, est constitué par une cascade coulant sur des pierres plates de schiste ardoisier. Cette flore ne ressemble en rien aux précédentes : il est remarquable de trouver, dans cette cascade, des espèces que je considère plutôt comme épiphytes.

Récolte du 23 mars 1930.

Diatoma elongatum *Gomphonema parvulum*	Dominants l'un ou l'autre suivant les pierres		
Synedra rumpens	CCC	*Synedra pulchella*	AC
Tabellaria flocculosa	CC	*Tabellaria fenestrata*	AC
Synedra Vaucheriæ v. *capitellata*	C	*Diatoma vulgare*	AR

Récolte du 22 février 1931.

L'année suivante, cette station présentait une flore un peu différente : l'espèce dominante était *Synedra rumpens*, qui vivait fixée en touffes sur des filaments de *Beggiatoa*.

Synedra rumpens	D	*Synedra Vaucheriae* v. *capitellata*	C
Gomphonema parvulum	CC		

Synedra pulchella	C	*Navicula radiosa*	AC
Cymbella ventricosa	C	*Amphipleura pellucida*	AC
Diatoma elongatum	C	*Diatoma vulgare*	AR
Tabellaria flocculosa	C	*Tabellaria fenestrata*	AR

St. 7. — DÉVERSOIR de l'ÉTANG de CHEVIGNÉ, près St-Georges-sur-Loire (M.-et-L.).

J'ai rencontré une flore très analogue dans cet autre déversoir d'étang, non en cascade comme le précédent, mais en eau vive cependant.

Récolte du 20 avril 1932. — Les pierres étaient richement revêtues de la végétation suivante :

Synedra rumpens	D	*Cymbella prostrata*	C
Gomphonema olivaceum	CC	— *cistula*	AC
Diatoma elongatum	CC	*Navicula radiosa*	AC

Synedra rumpens était fixé sur des filaments de Chlorophycées (*Ulothrix*) ou sur les tubes mucilagineux de *Cymbella prostrata*. Pour cette dernière espèce il s'agit de petites formes, corespondant au *Cymbella coespitosa* des anciens auteurs (cf. partie systématique).

J'ai pensé que la similitude de ces flores de deux déversoirs d'étangs pouvait être expliquée par la flore de l'étang lui-même, les espèces dominantes étant précisément celles que l'on rencontre sur les macrophytes du pourtour de ces étangs sur les Joncs, les Roseaux et les Nénuphars; cependant, dans la région de la Guerche de Bretagne (Ille-et-Vilaine), où il existe toute une série d'étangs dont la macroflore est identique, je n'ai rien observé de semblable : en mars 1931 par exemple, les déversoirs de ces étangs étaient garnis des deux espèces suivantes, franchement dominantes : *Navicula viridula* et *Melosira varians*.

CARACTÈRE DES FLORES DIATOMIQUES DES EAUX VIVES

Ces stations ont une physionomie assez bien individualisée: l'espèce qui les caractérise par excellence est *Navicula viridula*. Elle n'est pas exclusive, car elle se rencontre aussi en eau faiblement courante (cf. macrophytes et objets flottants), mais elle n'y domine jamais; elle manque complètement en eau stagnante.

A côté d'elle, il faut signaler comme espèces préférentielles:

Gyrosigma Spencerii
Nitzschia dubia
— *Heufleriana*
— *dissipata*
— *romana*
Gomphonema olivaceum
Cymbella ventricosa
Synedra rumpens
— *Vaucheriae*

Les deux dernières stations citées, la station n° 6 en particulier, où se trouvent réunies en eau très vive quatre espèces plus spécialement épiphytes, même semi-planctoniques, avec leurs colonies de frustules disposés en zig-zag (*Tabellaria flocculosa, T. fenestrata, Diatoma elongatum, D. vulgare*), possèdent deux flores très à part pour un tel milieu; ils montrent que la répartition des espèces, que l'on croit spécialisées à un mode de vie déterminé, peut être en réalité assez large.

CHAPITRE II

BOUES du FOND des RUISSEAUX et COURS D'EAU A EAUX CALMES NE S'ASSÉCHANT PAS

Ce type de stations peut se rencontrer dans les mêmes ruisseaux que j'ai signalés pour les eaux vives. En effet, ces petits cours d'eau sont formés par une succession de rapides et de parties calmes à fond de boue; les espèces qui se développent sur le fond de boue trouvent forcément un substratum plus riche en matières organiques, la boue contenant toujours une forte proportion de feuilles en décomposition. Néanmoins, l'eau étant toujours renouvelée, le pH ne s'en trouve pas modifié.

St. 8. — RUISSEAU de BEAUFARON (Cf. st. 4).

Il s'agit ici d'un endroit calme de ce ruisseau situé un peu en aval de la partie citée précédemment.

Récolte du 12 novembre 1927. — Le fond de boue et de feuilles mortes présentait alors de belles taches brunes, qui étaient constituées par une végétation presque pure de *Gyrosigma acuminatum*, accompagné, en très faible proportion, de quelques autres espèces :

Gyrosigma attenuatum	D	*Nitzchia dissipata*	PC
Navicula viridula	PC	*Navicula rhynchocephala*	AR
— *cryptocephala*	PC		

La dimension des *Gyrosigma* de cette culture était remarquablement uniforme (120 µ.

St. 9. — Station très analogue à la précédente, située dans le même ruisseau, 1 km. plus en amont.

Récolte du 12 décembre 1927. — Le fond était ici tapissé d'un feutrage de Diatomées, aussi riche en espèces qu'en individus :

Navicula radiosa	CCC	*Stauroneis anceps*	AC
— *viridula* v. *slesvicensis*	CCC	*Nitzschia gracilis*	AC
Gyrosigma acuminatum	CCC	— *dissipata*	AC
Pinnularia gibba	CC	*Navicula cuspidata*	AC
Navicula cryptocephala	C	— — v. *ambigua*	AC
— *rhynchocephala* v. *rhynchocephala*	C	*Pinnularia viridis*	AC
		— *mesolepta*	AR
Neidium affine v. *amphirhynchus*	C	*Stauroneis Smithii*	AR
Nitzschia linearis	C	*Surirella ovata*	R
— *vermicularis*	C	— *robusta* v. *splendida*	R
Stauroneis Phoenicenteron		*Cymatopleura Solea*	R
— *anceps* f. *gracilis*	C	*Pinnularia Legumen*	R

A l'opposé de la station précédente, les *Gyrosigma* étaient ici extrêmement polymorphes, variant de 70 à 130 μ de longueur, les uns ayant des formes larges et courtes, d'autres des formes longues et étroites, avec des stries plus fines, se rapprochant de *G. Kutzingii* (pl. VIII, fig. 6, 7, 8, 9). *Stauroneis Phoenicenteron* était également très polymorphe (pl. VII, fig. 1, 2, 3, 4, 5).

Récolte du 15 décembre 1928. — L'année suivante, à la même époque et dans les mêmes conditions, on retrouvait une flore similaire, avec cette différence cependant que *Gyrosigma acuminatum* dominait franchement, avec des dimensions beaucoup plus fixes, correspondant à celles des grands individus de l'année précédente; de plus on rencontrait en assez grande abondance *Cymbella naviculiformis*, *Cyclotella Meneghiana*.

St. 10. — DOUVES du CHATEAU de RUILLÉ, près Château-Gontier.

Ces douves, situées au milieu de prairies, sont formées par un ruisseau dont le cours a été barré pour en rehausser le niveau. Le courant y est à peu près nul et l'eau y constitue un milieu riche en matières nutritives. Les rives sont garnies

de végétaux divers (Joncs, Potamots, etc...), également porteurs de Diatomées et étudiés plus loin (st. 33).

Récolte du 22 décembre 1928. — De très belles taches brunes sur la boue littorale comprenaient les espèces suivantes :

Nitzchia gracilis	D	*Nitzschia paleacea*	AC
Navicula gothlandica	CCC	— *hungarica*	AC
— *radiosa*	C	*Synedra Acus*	AR
Cymatopleura Solea	C	*Achnanthes lanceolata*	AR
Surirella ovata	C	*Neidium affine* v. *amphirhynchus*	R
Navicula pygmaea	AC	*Anomoeoneis sphaerophora*	R
Nitzschia vermicularis	AC	*Cymbella ventricosa*	R
— *linearis*	AC	*Pinnularia viridis*	R

Non loin de cet endroit, dans une partie fréquentée par les bestiaux et par conséquent chargée de matières organiques, j'ai rencontré, en colonies absolument pures, *Cymatopleura Solea,* déjà commune dans la liste précédente.

Un fait curieux est à signaler dans cette liste, c'est la présence, en eau absolument douce (environ 0 g. 10 de Na Cl par litre), de trois espèces, considérées comme formes d'eau salée ou saumâtre et rarement signalées en eau douce : *Nitzschia hungarica, Navicula pygmaea, Navicula gothlandica* (pl. X, fig. 4).

St. 11. — RUISSEAU de l'ARCHE.

Ce ruisseau, affluent de la rive droite de la Mayenne, immédiatement en aval de Château-Gontier, est très analogue au ruisseau de Beaufaron (st. 4, 5 et 8); son degré hydrotimétrique total (8) et son pH (7,6) sont très voisins; mais il contient plus de matières organiques (près de 10 mgr. par litre). Ce dernier caractère le rapproche donc de la station précédente; mais il s'en écarte par une eau plus courante.

Récolte du 10 octobre 1929. — On y retrouve *Navicula gothlandica* de la station précédente et de nombreux *Nitzschia.* L'organisme dominant est constitué par des formes variées de *Navicula cryptocephala* (pl. X, fig. 1).

Navicula cryptocephala	D	*Surirella ovata*	AC
— *gothlandica*	CC	*Navicula rhynchocephala* v. *rhynchocephala*	AR
Nitzschia acicularis	CC	— *rhynchocephala* v. *genuina*	R
— *Palea*	CC	— *viridula*	R
— *linearis*	C		

St. 12. — RUISSEAU de la BOIRIE.

C'est un affluent de la rive droite de la Mayenne, à 10 km. au nord de Château-Gontier. Il présente sensiblement le même régime que les précédents : degré hydrotimétrique, 12 ; pH 7,8; son eau est un peu plus calcaire (0 gr. 05 de Ca O par litre) que celles des stations 8, 9 et 11, qui lui sont comparables; il se rapproche, par cette minéralisation un peu plus forte, des ruisseaux affluents de la rive droite étudiés au début (st. 1, 2, 3). Ceci concorde avec la présence de *Navicula gracilis,* qui exige un minimum de calcaire pour son développement, mais s'accommode aussi bien d'une eau vive que d'une eau calme à fond de boue.

Récolte du 6 novembre 1929. — Il s'agit encore ici d'une association à *Nitzschia* très comparable aux précédentes ; mais *Navicula gothlandica* y est plus rare et ce sont *Navicula gracilis* et *N. radiosa* qui abondent (pl. IX, fig. 7). La végétation diatomique était mêlée à un feutrage de filaments d'Oscillaires.

Navicula gracilis	CCC	*Navicula radiosa*	C
Nitzschia sigmoidea	CCC	— *rhynchocephala* v. *genuina*	AC
— *vermicularis*	CCC	— *viridula*	AC
Gyrosigma attenuatum	CC	*Gyrosigma acuminatum*	AC
Navicula cryptocephala	CC	*Navicula hungarica* v. *capitata*	AR
Nitzschia dissipata	C	— *gothlandica*	R

St. 13. — RUISSEAU du JARDIN BOTANIQUE de l'ÉCOLE de MÉDECINE d'ANGERS.

C'est un petit ruisseau artificiel, alimenté par un robinet du service d'eau (eau de la Loire) : c'est donc une eau très peu minéralisée. Le fond est garni de boue provenant de la décomposition des feuilles; néanmoins, le pH de l'eau de Loire n'est pas altéré par ces matières organiques (7,7).

Depuis le début de l'automne de 1934, le fond est tapissé d'une riche végétation de Diatomées, dont l'une des espèces les plus abondantes, *Pinnularia gentilis,* n'existe pas ailleurs dans la région. Sa taille y est remarquablement variable (100 à 300 μ), contrastant avec celle des autres espèces qui est très fixe.

Récolte du 15 novembre 1934 :

Nitzschia sigmoidea	D	*Navicula cuspidata*	C
Pinnularia gentilis	CCC	*Stauroneis Phoenicenteron*	C
Cymatopleura Solea	CC	*Navicula Pupula*	AC
Cocconeis Placentula	C		

Une flore analogue, moins *Pinnularia gentilis,* se trouve dans des conditions identiques au Jardin des Plantes d'Angers. Cette association semble donc assez bien définie, mais la présence de *Pinnularia gentilis* (qui manque partout ailleurs en Anjou), en telle abondance, est un fait curieux.

ESPÈCES CARACTÉRISTIQUES DES FONDS DE BOUES

Comme le montrent les listes qui précèdent, les *Nitzschia* sont très fréquents, ainsi que *Navicula cuspidata* et *Cymatopleura Solea.* Les espèces pédonculées (*Gomphonema, Cymbella*) font complètement défaut.

Voici les espèces que je considère comme préférentielles :

Nitzschia sigmoidea	*Navicula radiosa*
— *vermicularis*	— *cuspidata*
— *gracilis*	*Cymatopleura Solea*
— *Palea*	*Gyrosigma acuminatum*

mais aucune ne peut être considérée comme exclusive.

CHAPITRE III

FORMATIONS LITTORALES DES GRANDS COURS D'EAU

Il convient de rapprocher des fonds de boue de nos ruisseaux les rives en pente douce des grands cours d'eau, sur lesquelles apparaissent souvent de riches végétations de Diatomées.

Ces stations sont le plus souvent constituées par des quais, des cales en pente douce ou des marches d'escalier; elles sont parfois soumises à un courant assez fort; il en résulte qu'elles constituent un type intermédiaire entre les eaux vives et les eaux calmes. On y rencontre, en effet, des espèces propres aux deux genres de stations. D'ailleurs, les flores de cette provenance ne sont jamais aussi individualisées que celles que je viens de citer, car elles sont sujettes à des apports les plus variés, un grand cours d'eau étant un vaste collecteur; elles perdent donc par là même de leur intérêt. Leur flore est beaucoup moins individualisée que celle des macrophytes ou des objets flottants des mêmes cours d'eau; c'est donc à dessein que je n'insisterai pas sur ce genre de station, le présent travail ayant surtout pour but de rechercher l'origine des diverses espèces.

J'ai rencontré fréquemment, en hiver et au printemps, sur les rives de la Mayenne, en dehors des périodes de crues, de ces formations littorales, composées en majeure partie de :

Navicula cryptocephala
— *gracilis*
— *viridula*
Nitzschia dissipata
— *paleacea*
Surirella ovata

Un exemple très typique de ces formations littorales a été donné par le Dr DES CILLEULS [42, *p. 67-69*]. On y remarque la richesse toute particulière en espèces (69 espèces).

Les espèces dominantes sont indifféremment des espèces d'eaux vives ou d'eaux calmes : p. ex. *Navicula radiosa, Nitzschia gracilis, N. Palea,* qui sont des espèces d'eaux calmes; *Gomphonema olivaceum, Nitzschia dissipata,* qui préfèrent les eaux vives. Cela n'a rien de surprenant : la Loire ayant un courant assez fort, il s'agit ici du type intermédiaire par excellence.

CHAPITRE IV

FOSSÉS, ORNIÈRES ET RUISSELETS SE DESSÉCHANT SOUVENT

Bon nombre de stations d'eau peu profonde, uniquement alimentée par le ruissellement, se trouvent durant les périodes chaudes complètement à sec. Un petit problème écologique se pose à leur sujet : la flore diatomique, d'un type assez spécial d'ailleurs, peut s'y développer de bonne heure et avec une grande intensité, dès que le remplissage est effectué; il semble alors difficile d'éviter cette conclusion : les espèces qui peuplent ces stations sont spécialement adaptées à la dessication et peuvent conserver durant des semaines et des mois, à l'état de vie suspendue, un pouvoir de réviviscence.

A ce type de stations correspondent des petits ruisseaux et la plupart des fossés et ornières des chemins.

Ces fossés et ornières, au voisinage des habitations et particulièrement des étables, sont souvent chargés de purin ou autres matières organiques d'origine animale; ils contiennent une proportion notable d'ammoniaque et leur pH est voisin de 9 : ils constituent donc un milieu de développement très particulier.

Par ailleurs, le fond des fossés mal entretenus est recouvert de débris végétaux en décomposition qui portent souvent une riche flore de Diatomées : ces fossés se rapprochent plutôt des tourbières, par la présence d'une forte proportion de matières organiques d'origine végétale et un pH plus faible (environ 6).

Je distinguerai donc trois types, dans ces stations de petites masses d'eau à dessications fréquentes et prolongées :

Type 1. — Fossés ou ornières à eau courante et pure, ne contenant pas plus de 6 mg. de matières organiques par litre d'eau;

Type 2. — Fossés ou ornières souillés de matières organiques d'origine animale ;

Type 3. — Fossés à eau stagnante chargée de matières organiques d'origine végétale.

I. — Fossés ou ornières à eau pure

St. 14. — CHEMIN DES SOURDIÈRES.

Il s'agit ici d'un fossé bordant un chemin des environs de Château-Gontier, qui forme, pendant l'hiver et les périodes très humides, un petit ruisseau à eau pure (degré hydrotimétrique total 15, pH 7,7; matières organiques par litre en O, 3 mg.). Ce fossé peut être des mois entiers à sec, il s'agit donc bien d'une station où les Diatomées auront à résister à une dessication prolongée.

Récolte du 15 mai 1927. — Végétation extrêmement abondante sur plus de cent mètres de long; Diatomées fixées sur des petites racines de Graminées ou des filaments d'*Ulothrix* ondulant au courant.

Nitzschia acicularis	CCC	*Navicula viridula* v. *slesvicensis*	C
Synedra Acus	CCC	— *cincta* v. *Heufleri*	AC
— *Ulna*	C	*Surirella ovata* v. *apiculata*	AC
Navicula cryptocephala	C	*Meridion circulare*	AR

Depuis cette époque, j'ai eu l'occasion de revoir souvent cette station, qui ne manque jamais de présenter de janvier à mai en général, suivant l'état d'humidité du sol, une abondante végétation de Diatomées; mais je n'ai jamais retrouvé cette association de *Nitzschia acicularis* et de *Synedra Acus;* depuis, c'est toujours *Synedra Ulna* qui a été l'espèce dominante.

St. 15. — AUTRE FOSSÉ DE LA MÊME LOCALITÉ.

Dans le même chemin, un autre fossé, situé un peu plus haut et alimenté par un affleurement d'eau différent, présentant d'ailleurs le même régime, m'a fourni l'année suivante (janvier 1928) une flore différente : une culture presque pure de *Meridion circulare*, mêlé seulement de quelques *Gomphonema angustatum*. Les colonies de *Meridion* formaient de splendides couronnes dépassant souvent la circonférence complète; elles étaient fixées, en colonies très lâches, sur les racines des Graminées ou les petits cailloux du fond, par un mucus très peu apparent, suffisant néanmoins pour résister à l'entraînement du courant.

St. 16. — FOSSÉ DE LA ROUTE DE CHATEAU-GONTIER A MENIL.

Ce fossé, où l'eau coule lentement dans les périodes humides, a les mêmes caractères que les précédents (degré hydrotimétrique total 14, pH 7,5). J'y ai observé un cas intéressant de variation brusque de la flore, sans que je puisse d'ailleurs en fournir une explication.

Récolte du 13 janvier 1928 :

Cymbella aspera	D	*Pinnularia mesolepta*	C
Nitzschia linearis	CC	*Navicula cryptocephala*	C
— *Kutzingiana* f. *terrestris*	C	— *viridula* v. *slesvicensis*	C
Pinnularia major	C	*Stauroneis anceps*	AC
— *viridis*	C	— *Phoenicenteron*	AR

Cymbella aspera s'y trouvait absolument libre, sans trace de pédoncules ; c'est, par ailleurs, une espèce peu répandue dans la région et que je n'ai jamais vue en telle abondance dans aucune autre station.

Récolte du 30 janvier 1928. — Quinze jours plus tard, au même endroit, *Cymbella aspera* avait complètement disparu : je n'ai retrouvé qu'une végétation presque pure et très abondante de *Nitzschia linearis*.

L'année suivante, le fossé a été envahi par les Graminées et par conséquent n'a pas pu présenter la même végétation diatomique; ce n'est qu'en janvier 1932, après un curage, que j'y ai observé de nouveau une flore intéressante.

Récolte du 3 janvier 1932. — On retrouve à cette époque *Nitzschia linearis* dominant, mais accompagné cette fois en quantité très appréciable de *Stauroneis acuta*, que je n'ai jamais rencontré ailleurs :

Nitzschia linearis	D	*Achnanthes lanceolata*	AC
Stauroneis acuta	C	*Eunotia pectinalis*	AR
Navicula cryptocephala	AC	*Stauroneis Phoenicenteron*	AR

Stauroneis acuta se présentait, dans cette station, en bandes de 3 ou 4 individus, accolés par la valve, ce qui le faisait ressembler, vu à un faible grossissement, à une grande forme d'*Eunotia pectinalis*.

St. 17. — CHEMIN DU PETIT MOULIN.

Il s'agit d'un fossé bordant un chemin creux des environs de Château-Gontier, qui m'a fourni une flore très particulière avec une dominance de *Surirella ovalis* (pl. XVI, fig. 1), qui est plutôt une forme de rocher suintant, mais de toute façon une espèce adaptée à la dessication.

Récolte du 9 janvier 1928 :

Surirella ovalis	D	*Navicula cuspidata*	AR
Pinnularia viridis	C	*Cymatopleura Solea*	AR
Nitzschia linearis	C	*Neidium productum*	R

II. — Fossés et ornières souillés de matières organiques d'origine animale

Les espèces qui figurent ici supportent un excès énorme de matières organiques, provenant des écoulements d'étables ; elles voisinent avec *Euglena viridis* et peuvent donc passer à juste titre pour des mésosaprobes fortes et même polysaprobes [cf. KOLWITZ et MARSSON, 79].

St. 18. — CHEMIN DES SOURDIÈRES.

Cette station est située dans la même localité que les stations 14 et 15, mais elle se trouve en contre-bas d'une ferme et reçoit tous les écoulements des étables, dilués par l'eau d'une source peu abondante.

Récolte du 8 janvier 1928 :

Navicula dicephala	D	*Stauroneis anceps*	AC
Pinnularia microstauron v. *Brebissonii*	CCC	*Nitzschia Tryblionella* v. *debilis*	AC
Navicula cincta v. *Heufleri*	CCC	*Hantzschia amphioxys*	AC
— *cryptocephala*	CC	*Achnanthes lanceolata*	AC
— *gothlandica*	C	*Amphora ovalis* v. *Pediculus*	AC
— *viridula* v. *slesvicensis*	C	*Surirella ovata* v. *apiculata*	AC
Nitzschia Kutzingiana v. *terrestris*	C	*Navicula cuspidata*	AR
Pinnularia viridis	C	*Neidium productum*	AR
		Surirella ovalis	R
		Stauroneis Smithii	R

Le même jour, à quelques mètres de là, et dans des conditions identiques, j'ai observé une végétation presque pure de *Navicula cincta* v. *Heufleri*, à peine souillée par les principales espèces de la liste précédente.

St. 19. — CHEMIN DE MONTPELOUR, près de Château-Gontier.

Il s'agit d'une ornière de chemin fortement souillée par les déjections des animaux.

Récolte du 25 février 1928. — Culture pure de *Pinnularia microstauron* v. *Brebissonii*, formant une pellicule mucilagineuse assez consistante.

St. 20. — CHEMIN DE ROBICHON, près de Château-Gontier.

Conditions identiques à la station précédente, ornière d'un chemin souillé par les déjections des animaux de ferme.

Récolte du 4 janvier 1928. — Abondante végétation de Diatomées, formant sur la boue une pellicule mucilagineuse :

Navicula mutica v. *Cohnii*	D	*Pinnularia microstauron* v. *Brebissonii*	AR
Hantzschia amphioxys	AC	*Pinnularia viridis*	R
Surirella ovata v. *apiculata*	AR		

St. 21. — CHEMIN DES PÉRETTES, près de Château-Gontier.

Sur le bord du chemin, se trouve une petite mare, située près d'une ferme et servant habituellement d'abreuvoir. Elle se dessèche complètement en été ; même à l'époque de la récolte, elle ne contenait qu'une mince couche d'eau.

Récolte du 27 février 1928. — Le fond était entièrement tapissé d'une pellicule mucilagineuse, assez résistante, constituée par une végétation à peu près pure de *Nitzschia Kutzingiana* f. *terrestris*, à peine parsemée de quelques individus de *Navicula cincta* v. *Heufleri* (pl. XV, fig. 3).

St. 22. — FOSSÉS AUX ABORDS D'UNE FERME D'ÉCOUFLANT, près d'Angers.

Ce fossé est le déversoir même des étables; le point exact de la récolte est situé à moins de 30 mètres de celles-ci : c'est le milieu le plus fortement souillé qu'il m'a été donné d'observer.

Récolte du 10 février 1932. — Végétation abondante de Diatomées, mêlées à *Euglena viridis* :

Pinnularia microstauron v. *Brebissonii*	D	*Hantzschia amphioxys*	AC
Nitzschia hungarica	AC	*Navicula Atomus*	AR
Navicula cincta v. *Heufleuri*	AC	*Nitzschia linearis*	AR

St. 23. — CHEMIN DE MIRWAULT, près de Château-Gontier.

Ornière souillée par les déjections d'animaux.

Récolte du 14 février 1931 :

Nitzschia Kutzingiana f. *terrestris*	D	*Pinnularia microstauron* v. *Brebissonii*	AC
Cylindrotheca gracilis	CC	*Pinnularia viridis*	AR
Navicula cryptocephala	C	*Stauroneis anceps*	AR
Navicula cincta v. *Heufleuri*	C		

Cette flore est remarquable par la présence de *Cylindrotheca gracilis*, que j'ai observée cette seule fois, dans un milieu banal. Je suis retouné peu de temps après au même endroit, pour l'y retrouver, mais l'ornière était à sec; depuis elle a été comblée par un empierrement. Mes recherches dans des stations semblables du voisinage ont été complètement infructueuses.

III. — Fossés contenant des végétaux en décomposition

La présence de végétaux en décomposition implique une eau stagnante, ce qui n'était pas toujours le cas des stations du type précédent.

St. 24. — FOSSÉ DE LA ROUTE DE CHATEAU-GONTIER A MENIL.

Ce fossé ne contient de l'eau que dans les périodes très pluvieuses.

Récolte du 13 janvier 1928. — A cette époque, il était rempli de Graminées en décomposition, sur lesquelles prospéraient les espèces suivantes :

Gomphonema angustatum	D	*Achnantes lanceolata*	AC
Eunotia lunaris	C	*Surirella ovata* v. *apiculata*	AC
Meridion circulare	C		

Dans un fossé voisin, sur des feuilles mortes, on trouvait une flore analogue, mais qui se surajoutait à une végétation extrêmement abondante de *Navicula pelliculosa ;* fait surprenant, car la plupart des observations que j'ai pu faire touchant cette espèce me l'ont fait considérer plutôt comme une espèce de ruisseaux à eau vive et n'asséchant pas.

Certains frustules de *Gomphonema angustatum* de cette station présentaient le fait curieux que j'ai signalé [65] : ils présentaient un nombre de stries inégal d'une valve à l'autre.

St. 25. — UN AUTRE FOSSÉ DE LA MÊME ROUTE.

Mêmes caractères que précédemment : eau stagnante avec plantes en décomposition.

Récolte du 20 février 1928. — L'eau du fossé est complètement envahie par des filaments d'*Eunotia pectinalis*, accompagné de plusieurs autres espèces :

Eunotia pectinalis	D	*Meridion circulare*	AR
— *lunaris*	C	*Surirella ovata* v. *apiculata*	AR
Achnanthes lanceolata	AC	*Fragilaria capucina*	AR

Eunotia lunaris était fixé en bouquets sur les filaments d'*Eunotia pectinalis*. Ce dernier présentait des dimensions extrêmement variables (pl. IV). De plus, de nombreux frustules aussi bien les grands que les petits portaient des valves internes, réalisant la forme *E. Soleirolii*.

Trois années de suite j'ai pu observer, dans ce même fossé, une végétation identique pendant la période hivernale. En février 1930 seulement, j'ai noté en plus grande abondance *Fragilaria capucina*, qui dominait par endroits.

Cette flore à *Eunotia pectinalis* et *Fragilaria capucina* est d'ailleurs très commune dans ce genre de fossés de la région.

ESPÈCES CARACTÉRISTIQUES DES FOSSÉS, ORNIÈRES ET PETITS RUISSEAUX S'ASSÉCHANT SOUVENT

Les trois types que j'ai distingués ont chacun une flore bien individualisée.

Pour le type 1 — fossés à eau courante et pure — ce sont les associations à *Synedra Ulna, Meridion circulare, Nitzschia linearis*. Cependant *Synedra Ulna* est une espèce très répandue et n'est pas spéciale à cet habitat; mais elle y est particulièrement abondante et, de toute façon, elle ne supporte jamais les eaux souillées des types 2 et 3. — *Meridion circulare* se rencontre également dans les stations du type 1 et 3, mais supporte mal les matières organiques d'origine animale du type 2. — *Nitzschia linearis*, au contraire, se rencontre assez souvent dans le type 2, mais jamais dans le type 3.

Pour le type 2 — matières organiques d'origine animale — *Pinnularia microstauron* v. *Brebissonii* peut presque être considérée comme exclusive ou tout au moins fortement préférentielle, avec *Hantzschia amphioxys, Nitzschia Kutzingiana* f. *terrestris, Navicula cincta* v. *Heufleri, Navicula dicephala, Navicula viridula* v. *slesvicensis*.

Pour le type 3 — matières organiques d'origine végétale — ce sont *Eunotia pectinalis, E. lunaris, Gomphonema angustatum*, fréquentes aussi dans les tourbières.

D'autres espèces, telles que *Pinnularia viridis, Navicula cryptocephala, Achnanthes lanceolata, Surirella ovata* v. *apiculata*, qui se trouvent en forte proportion dans les trois types, sont des espèces essentiellement ubiquistes.

D'une manière générale, les espèces de ces stations étant adaptées à une dessication plus ou moins prolongée par un véritable pouvoir de réviviscence, il est normal de les retrouver dans les autres types de stations qui nécessitent une semblable adaptation : de fait, nous en retrouverons quelques-unes dans les rochers suintants, telles que *Eunotia pectinalis, Eunotia lunaris, Achnanthes lanceolata, Surirella ovata, Gomphonema angustatum, Pinnularia viridis*. Ce sont des espèces que l'on a qualifiées de subaériennes.

CHAPITRE V

OBJETS FLOTTANTS

Les objets flottants, tels que bateaux, pontons, tonneaux de corps morts, supportent souvent, à leur ligne de flottaison, une abondante végétation de Diatomées. Ils réalisent en effet des conditions spéciales, particulièrement favorables à l'établissement des Algues, n'étant pas soumis aux variations du niveau de l'eau comme les rives ou les quais de la rivière, ni à une modification intrinsèque du support, comme le sont les macrophytes au cours de leur évolution saisonnière.

St. 26. — CARÈNES DES BATEAUX SUR LA MAINE A ANGERS.

Les bateaux dont il s'agit ici n'avaient pas navigué depuis plus d'un an et leur coque n'était aucunement entretenue, ce qui était tout à fait favorable à l'établissement d'une végétation d'Algues. Courant très faible, souvent nul.

Récolte du 10 mai 1930. — Végétation extrêmement abondante, formant une croûte brun-verdâtre, s'étendant seulement sur quelques centimètres de profondeur au-dessous de la flottaison; elle est constituée par des Diatomées et un feutrage d'Oscillaires. Les Diatomées sont surtout représentées par *Cymbella affinis*, en proportion énorme, masquant presque complètement les autres espèces.

Cymbella affinis	D	*Cymbella helvetica*	R
Fragilaria capucina	AC	*Navicula gracilis*	R
Melosira varians	AR	— *radiosa* v. *tenella*	R
Cymbella ventricosa	AR		

Les Cymbelles n'étaient pas pédonculées : à l'état pédonculé d'ailleurs, elles auraient formé une zone glaireuse plus ou moins flottante, et non, comme c'était le cas, une croûte tenace, où les Cymbelles étaient retenues par un feutrage de filaments d'Oscillaires.

St. 27. — TONNEAUX DE CORPS MORTS SUR LA MAINE, Angers.

Conditions à peu près identiques, mais le support était intact depuis plus longtemps encore que le précédent.

Récolte du 10 mai 1930. — Ce prélèvement, fait le même jour que le précédent, m'a fourni une flore beaucoup plus riche en espèces, dont l'organisme dominant est toujours une Cymbelle.

Cymbella helvetica v. *curta*	D	*Navicula radiosa* v. *tenella*	C
— — v. *major*	C	— *gracilis*	AC
— *ventricosa*	C	— *viridula*	AC
Nitzschia fonticola	C	— *cryptocephala* v. *intermedia*	AC
— *romana*	C	*Synedra Ulna*	AR
— *dissipata*	C	*Gomphonema olivaceum*	AR
— *paleacea*	C	*Surirella ovata*	AR
Melosira varians	C	*Cymatopleura elliptica*	R
Diatoma vulgare	C	*Navicula radiosa*	R
Fragilaria capucina	C	*Cymbella affinis*	R
Rhoicosphenia curvata	C		
Cymbella prostrata	AC		

Pas plus que dans la récolte précédente, *Cymbella helvetica* et *C. affinis* n'étaient pédonculés; mais *Rhoicosphenia curvata* et *Gomphonema olivaceum* étaient toujours pédonculés. *Cymbella ventricosa,* considéré comme espèce vivant en tubes, était absolument libre; mais *Cymbella prostrata,* représenté seulement par ses petites formes (pl. XIV, fig. 5), était régulièrement enfermé dans des tubes muqueux. *Nitzschia dissipata* et *Navicula viridula,* pour lesquels ce n'est pas le mode de vie habituel, se présentaient aussi fréquemment en tubes muqueux très nets (pl. III, fig. 1 et pl. XV, fig. 1).

St. 28. — PONTON SUR LA MAYENNE, à Château-Gontier.

Conditions à peu près identiques à celles des stations précédentes : même substratum, courant faible ou nul. La seule différence qui puisse être invoquée est la teneur de l'eau en

calcaire, extrêmement faible dans la Mayenne, sensiblement plus forte dans la Maine, qui reçoit, en même temps que la Mayenne, la Sarthe et le Loir, dont le bassin est essentiellement calcaire.

Récolte du 2 février 1931. — L'organisme dominant n'est plus une Cymbelle, mais *Melosira varians*, ce qui est en rapport avec la saison froide :

Melosira varians	D	*Navicula cryptocephala* v. *veneta*	AC
Achnanthes minutissima	C	*Nitzschia Clausii*	AC
Nitzschia dissipata	C	*Navicula cryptocephala* v. *intermedia*	AC
— *paleacea*	C	— *lanceolata* v. *tenella*	AC
Cymbella tumida	C	*Frustulia rhomboides*	AC
— *Cistula*	C	*Fragilaria capucina*	AC
— *prostrata*	AC	— *construens*	AC
— *lanceolata*	AC	*Synedra Ulna*	AR
— *ventricosa*	AC	— *Vaucheriæ*	AR
Amphora perpusilla	AC	*Surirella ovata*	AR
Navicula gracilis	AC	— *linearis* v. *helvetica*	R
— *viridula*	AC	*Amphora ovalis*	R

Nitzschia paleacea et *N. dissipata* présentaient quelques tubes muqueux très nets (pl. XV, fig. 2); *Cymbella prostrata* vivait exclusivement en tubes. Les autres Cymbelles, *C. tumida, C. Cistula, C. lanceolata*, étaient nettement pédonculées. Mais *C. ventricosa* était libre comme toujours, ainsi que *Frustulia rhomboïdes*.

St. 29. — CARÈNES DE VIEUX BATEAUX SUR L'ERDRE, ÎLE DE VERSAILLES, à Nantes.

Dans cette station, les conditions sont toujours à peu près les mêmes que dans les précédentes. L'eau y est encore plus tranquille : l'Erdre est un simple canal, dont le débit est faible en hiver et nul en été; de plus la surface libre de l'eau est trop restreinte en cet endroit pour y être soumise à une agitation appréciable par le vent.

Récolte du 31 mars 1931 :

Melosira varians	D	*Synedra pulchella*	C
Nitzschia filiformis	CCC	— *rumpens*	AC
— *dissipata*	AC	*Achnanthes microcephala*	AC
— *amphibia*	AC	*Cymbella ventricosa*	AC
Synedra Ulna	C	*Gomphonema acuminatum*	AC

Gomphonema constrictum	AC	*Navicula cryptocephala*	AR
Fragilaria capucina	AC	*Frustulia vulgaris*	AR
— *construens*	AC	*Rhoicosphenia curvata*	R
Diatoma elongatum	AR	*Gomphonema lanceolatum* v.	
Tabellaria flocculosa	AR	*insignis*	R

Melosira varians dominait comme dans la station précédente, bien que la saison fût plus avancée; mais il était beaucoup moins pigmenté et paraissait en fin de végétation.

Le caractère le plus saillant de cette liste est la grande abondance de *Nitzschia filiformis,* se présentant exclusivement en tubes; je ne l'ai jamais rencontré ailleurs, même à l'état isolé.

Pas plus que précédemment *Cymbella ventricosa* ne vivait en tubes; mais *Frustulia vulgaris* se trouvait toujours à cet état.

Caractères généraux de la flore diatomique des objets flottants. — Toutes ces stations, sauf celle de Nantes, ont été suivies pendant plusieurs années, sans présenter des variations importantes; les listes données ici ont été choisies parmi les plus caractéristiques. Il y a lieu de signaler cependant que, si la végétation des Diatomées est ininterrompue, l'époque où elle est la plus riche est le printemps (avril, mai), la moins riche est l'été et le début de l'automne; l'hiver est presque toujours caractérisé par un développement plus intense de *Melosira varians,* qui justifie bien son vieux nom de *Conferva hiemalis.* Le début du printemps, février-mars, est marqué par une dominance de *Gomphonema olivaceum* et *Diatoma vulgare;* le maximum de développement des Cymbelles ne vient qu'ensuite.

Les espèces qui me semblent le plus particulièrement adaptées à ce genre de stations sont les espèces pédonculées : *Gomphonema, Rhoicosphenia,* certaines Cymbelles toujours pédonculées (*C. tumida, C. lanceolata, C. Cistula*); les espèces en tubes, *Nitzschia dissipata, Nitzschia filiformis;* enfin des espèces formant des colonies fixées par une extrémité : soit des filaments, tel que *Melosira varians,* soit des colonies en zig-zag, tel que *Diatoma vulgare,* formes adaptées à la flottaison et réalisant le type semi-planctonique.

Enfin, un caractère négatif, intéressant à signaler, c'est la pauvreté en Navicules, qui sont plutôt des formes de fond.

CHAPITRE VI

PLANTES AQUATIQUES

Non seulement les plantes supérieures submergées, mais aussi les algues filamenteuses et les grandes Diatomées elles-mêmes constituent un support favorable au développement des Diatomées. Les macrophytes flottants des grandes masses d'eau présentent une très grande analogie avec l'habitat précédent (objets flottants); mais ici les conditions d'établissement des épiphytes sont liées à l'état de végétation du support, qui varie suivant la saison. L'étude de ces épiphytes présente un autre intérêt : il est permis de se demander s'il n'y a pas une relation entre l'espèce support et les espèces épiphytes; les auteurs qui ont abordé cette question, en particulier Hurter [69], montrent que ces affinités sont très vagues, à l'exception de quelques cas assez nets.

St. 30. — Etang de la forêt de Chemazé, près de Château-Gontier, sur *Potamogeton natans*.

L'eau de cet étang présente un degré hydrotimétrique et un pH très faibles (dh. 4, pH 6); l'étang se rapproche donc des tourbières par ces deux caractères. Il est entouré de bruyères et de pins; les rives sont garnies de *Phragmites communis*; la flore aquatique est surtout représentée par *Potamogeton natans*, *Polygonum amphibium* et *Ranunculus aquaticus*; le fond est entièrement tapissé d'une Characée (*Tolypella*).

Récolte du 26 novembre 1926, sur *Potamogeton*. — A cette époque de l'année, les tiges et les feuilles de *Potamogeton na-*

tans, tout à fait en fin de végétation et même en partie en décomposition, étaient recouvertes d'un feutrage d'une Cyanophycée, *Hapalosiphon fontinalis*, renfermant de nombreuses Diatomées et une Hétéroconte, *Botryococcus Braunii*. Voici la flore diatomique :

Tabellaria flocculosa	CCC	*Navicula minima* v. *atomoides*	AC
— *fenestrata*	CCC	*Gomphonema gracile*	AC
Eunotia lunaris	CC	— *acuminatum* v. *coronata*	AC
— *robusta* v. *tetraodon*	C	*Cymbella gracilis*	AC
— *pectinalis*	C	*Caloneis Bacillum*	AC
— — v. *minor*	C	— *Silicula* v. *ventricosa*	AR
— — f. *impressa*	C	*Neidium affine*	AR
— *exigua*	C	*Pinnularia interrputa*	AR
Pinnularia gibba	C	— *Legumen*	AR
— *Braunii*	AC	— *nobilis*	AR
— *viridis*	AC	— *hemiptera*	R
Navicula americana	AC	*Neidium Iridis*	R

Cette flore est donc aussi riche en espèces qu'en individus, ce qui concorde d'ailleurs avec l'opinion de Willer [143] et de Hurter [69], d'après laquelle les macrophytes, en fin de végétation ou en décomposition, sont un support plus favorable que les éléments jeunes à l'établissement des Diatomées.

Ce qui frappe surtout dans cette liste, c'est la richesse en *Pinnularia* et en *Eunotia*, ce qui est en somme normal, puisque ce sont des formes de tourbières et que l'étang peut être qualifié de tourbeux. Les deux espèces dominantes de *Tabellaria* sont plus typiquement épiphytes, mais se rencontrent aussi communément dans les tourbières.

Navicula americana, qui est commune dans cette localité, est à remarquer tout spécialement, car je ne lui connais aucune autre station dans la région. Amossé [13] la signale cependant dans la région Nantaise.

Eunotia robusta v. tetraodon, considérée comme une espèce des montagnes [Hustedt, 76, *p. 171*], manque également ailleurs.

St. 31. — *Nuphar luteum*, dans la Mayenne (Château-Gontier).

Récolte du 15 mai 1927. — Malgré la saison peu avancée,

ce qui implique une feuille encore jeune, par opposition au cas précédent, la face inférieure du limbe des feuilles de *Nuphar* présentait une flore diatomique riche en espèces et assez abondante :

Melosira varians	D	*Cymbella ventricosa*	AC
Cyclotella glomerata	CC	*Synedra pulchella*	AC
Synedra Ulna	CC	*Navicula cryptocephala*	AC
Cyclotella Meneghiana	C	— — v. *intermedia*	AC
Fragilaria capucina	C	— *gracilis*	AR
— *construens*	C	— *viridula*	R
Achnanthes minutissima v. *cryptocephala*	C	*Pinnularia viridis*	R
Cocconeis Placentula	C	*Achnanthes lanceolata*	R
Navicula radiosa	C	*Amphora ovalis*	R
Nitzschia dissipata	C	*Nitzschia sigmoidea*	R

La dominance de *Melosira varians* à cette époque de l'année n'est pas la règle, mais si la période hivernale se prolonge un peu, comme c'était le cas pour 1927, il n'est pas rare de voir cette espèce, si abondante dans la Mayenne, continuer sa végétation au printemps.

Le petit *Cyclotella*, désigné sous le nom de *glomerata* Bachm., est une espèce signalée dans le plancton de la Loire et de la Vienne et sur quelques macrophytes de ces rivières par DES CILLEULS [42]. Son identification est d'ailleurs restée douteuse.

Récolte du 20 juin 1927. — Un mois plus tard, dans le même banc de Nuphar, la flore s'est considérablement modifiée : *Melosira varians* a fait place à *Cocconeis Placentula*; une espèce peu commune, *Cyclotella stelligera*, est apparue; par contre *Cyclotella glomerata* a disparu :

Cocconeis Placentula	D	*Cyclotella stelligera*	C
Achnanthes minutissima v. *cryptocephala*	CC	*Melosira varians*	R

Récolte du 5 août 1927. — Les éléments sont restés les mêmes, mais l'organisme dominant est devenu *Achnanthes minutissima* v. *cryptocephala*.

En fin de saison, au moment de la décomposition des feuilles de *Nuphar*, dans la Mayenne, j'ai toujours été frappé par leur pauvreté en Diatomées, à l'encontre de ce qui avait lieu pour le *Potamogeton*, dans la station précédente, et pour *Nymphæa alba*, dont l'exemple suit; les conditions extérieures

sont évidemment différentes : il s'agit d'une rivière dans le cas présent et d'une eau morte dans les deux autres; néanmoins cela montre que l'opinion de WILLER et de HURTER, citée plus haut, n'est pas absolument indiscutable.

St. 32. — BASSIN DU JARDIN BOTANIQUE DE L'ÉCOLE DE MÉDECINE D'ANGERS, sur *Nymphœa alba*.

Il s'agit au contraire ici d'une récolte faite, en hiver, sur des feuilles et des pétioles de *Nymphœa alba* en pleine décomposition.

Récolte du 12 février 1928. — Végétation très abondante :

Cocconeis Placentula	D	*Gomphonema constrictum*	AC
Nitzschia amphibia	CCC	— *acuminatum*	AC
Amphora perpusilla	CCC	*Cymbella ventricosa*	AC
Achnanthes minutissima v. *microcephala*	CCC	— *lanceolata*	AC
		— *affinis*	AC
Synedra Ulna	C	*Epithemia Zebra* v. *Porcellus*	AR
— *capitata*	C		
Fragilaria construens	C	*Navicula radiosa*	AR
Melosira varians	AC	— *gracilis*	R

Cocconeis Placentula formait de véritables plaques sur l'épiderme des limbes et des pétioles; la taille des frustules était extrêmement variable (pl. V, fig. 4).

St. 33. — DOUVES DU CHATEAU DE RUILLÉ, près de Château-Gontier, sur *Juncus*.

Ces douves ont été décrites à propos de la st. 10.

Récolte du 22 décembre 1928 :

Cymbella prostrata	D	*Gomphonema constrictum*	AC
Achnanthes minutissima v. *cryptocephala*	CC	*Navicula cryptocephala* v. *intermedia*	AC
Synedra Acus	C	*Nitzschia dissipata*	AC
Fragilaria capucina	C	*Gomphonema Augur*	R
Cymbella Cistula	C	*Cymbella ventricosa*	R
Cymbella lanceolata	AC		

L'espèce dominante, *Cymbella prostrata*, était représentée par sa petite forme (*C. coespitosa*, pl. XIV, fig. 5), en tubes muqueux très nets. Les rares individus de *C. ventricosa* m'ont semblé libres comme de coutume. Toutes les autres Cymbelles, ainsi qu'*Achnanthes minutissima*, étaient régulièrement pédonculées.

Synedra Acus affectait une disposition toute spéciale, en paquets simulant des raphides.

St. 34. — ÉTANG DU GRAND MALAGUET, près de Seiches (M.-et-L.), sur *Typha*.

Le fond de cet étang est formé de calcaire lacustre; malgré cela, son eau est peu minéralisée, car les terrains qui l'entourent sont formés d'alluvions, recouvertes d'une végétation de Bruyères et de Pins, qui indiquent un terrain siliceux. Néanmoins, le pH de l'eau est voisin de 8 et, pour un degré hydrotimétrique total de 9, elle contient autant de chaux (0 gr. 058 par litre) que l'eau d'un ruisseau de la région de Château-Gontier (st. 1), dont le degré hydrotimétrique est de 13. Cela expliquerait peut-être pourquoi dans une eau si peu minéralisée, j'ai trouvé des espèces qui sont particulières aux stations calcaires; en effet, cette dose de chaux relativement élevée, par rapport au faible degré hydrotimétrique, indiquerait que les sels de chaux ne seraient pas accompagnés par d'autres sels alcalins (K, Na) ; autrement dit, l'eau de cet étang ne constituerait pas une solution bien équilibrée selon les théories actuelles : de ce fait, les sels de chaux, même à cette faible dose, auraient une influence plus grande que si leur action était contrebalancée par les sels de métaux alcalins.

Récolte du 8 décembre 1931. — Végétation de Diatomées très abondante, formant un enduit brun autour de la base des tiges de *Typha*, sur une vingtaine de centimètres au-dessous du niveau de l'eau.

Rhopalodia parallela	D	*Navicula anglica*	AC
— *gibba*	CC	*Cymbella aequalis*	AC
Achnanthes minutissima	CC	— *microcephala*	AC
Mastogloia Smithii v. *lacustris*	CC	— *ventricosa*	AC
Tabellaria fenestrata	C	*Cymbella turgida*	AC
Cocconeis Placentula	C	— *Cesatii*	AC
Navicula radiosa	C	*Eunotia Arcus*	AC
Cyclotella Comta	C	*Eucocconeis flexella*	AC
Gomphonema subtile v. *Sagitta*	C	— *lapponica*	AR
Fragilaria construens v. *Venter*	C	*Achnanthes linearis*	AR
Fragilaria pinnata	AC	*Gomphonema acuminatum* v. *coronata*	AR
— — v. *lancettula*	AC	*Caloneis Bacillum*	AR
		Pinnularia sublinearis	AR

Navicula Pupula	AR	*Mastogloia Smithii* v. *amphicephala*	R
— *oblonga*	R		
— *Bacillum*	R	*Cymbella Ehrenbergii*	R
— *Tuscula*	R		

Cette flore très riche contient, ainsi que je l'ai indiqué, un certain nombre d'espèces que je considère comme particulières aux milieux calcaires (cf. III[e] partie).

St. 35. — ANCIENNES CARRIÈRES DE FALUNS VINDOBONIENS, à St-Saturnin, près d'Angers, sur *Chara fragilis*.

Par la nature même du sol, il s'agit ici encore d'un milieu calcaire; la présence de *Chara fragilis* en est d'ailleurs une preuve.

L'eau du fond de ces carrières abandonnées a les caractéristiques suivantes : degré hydrotimétrique total 18, chaux (en Ca O) 0 gr. 14 par litre. Le rapport de la teneur de chaux au degré hydrotimétrique est encore un peu plus élevé que dans le cas précédent : cette eau est donc à la fois plus calcaire et moins « équilibrée ».

Récolte du 13 janvier 1932. — Végétation très abondante :

Cymbella helvetica	C	*Navicula oblonga*	AC
— *microcephala*	CCC	— *radiosa*	AC
— *Cesatii*	CC	— — v. *tenella*	AC
Nitzschia sigmoidea	C	*Cymbella Cistula*	AR
— *paleacea*	C	*Gomphonema intricatum* v. *pumila*	AR
Cyclotella Kutzingiana	C	*Denticula elegans*	AR
Achnanthes minutissima	C	*Diploneis elliptica*	AR
Eucocconeis flexella	C	*Synedra capitata*	AR
Tabellaria flocculosa	C	*Eunotia Arcus*	AR
Cymbella tumidula	AC	*Gomphonema parvulum*	R
Synedra Ulna	AC	*Nitzschia linearis*	R
Rhopalodia gibba	AC	*Cymbella leptoceras*	R
Pinnularia major	AC		
Fragilaria pinnata	AC		

St. 36. — TONNEAUX DE CORPS MORTS, SUR LA MAINE, A ANGERS, sur *Cladophora glomerata*.

Les filaments de *Cladophora* sont souvent complètement envahis d'une végétation exubérante de colonies en zig-zag de *Diatoma vulgare*. Pendant tout le printemps, ce développement est intense. Ce cas n'est pas d'ailleurs exclusif à la Maine, on peut le rencontrer dans les ruisseaux à eaux vives.

Bien que *D. vulgare* ne soit pas exclusivement fixé sur *Cladophora*, il semble avoir une préférence marquée pour ce support.

Une autre espèce semble vivre exclusivement sur les filaments de *Cladophora*, c'est *Cocconeis Pediculus*, qui forme souvent des manchons complets autour des filaments, au point que l'algue en est méconnaisable. La forme arquée du frustule de *C. Pediculus* est d'ailleurs en rapport avec cet habitat. Le cas en est fréquent dans la Maine comme dans les ruisseaux à eaux vives (st. 1). Les frustules de *Cocconeis* se trouvent fixés même sur les extrémités du filament, c'est-à-dire sur les parties les plus jeunes, en voie d'accroissement.

DIATOMÉES ÉPIPHYTES SUR LES ALGUES FILAMENTEUSES

Beaucoup d'Algues filamenteuses d'eau douce servent de support aux Diatomées, cependant, toutes ne semblent pas propices à leur établissement; c'est ainsi que les Conjuguées n'en présentent jamais ou n'en présentent que très rarement.

La cause de cette absence d'épiphytes sur certaines espèces n'est pas la même suivant les divers auteurs. Pour Cholnoky [32, *p. 3;* 34, *p. 136;* 35, *p. 661*], la cause en est dans les divers modes d'accroissement du support : seules peuvent porter des épiphytes les Algues filamenteuses dont l'accroissement est uniquement terminal, tels que les *Cladophora*, *Stigeoclonium*, ou limité à des zones réduites (*Oedogonium*). Les Conjuguées, dont les cellules s'accroissent à la fois sur toute la longueur du filament, ne seraient pas un support favorable à l'établissement des coussinets gélatineux qui retiennent les frustules au support. Pour d'autres auteurs au contraire [Scherffel, 128, *p. 45*], c'est le mucus recouvrant les Conjuguées qui s'opposerait à l'établissement des épiphytes.

Pour ma part, je n'ai jamais observé de Diatomées sur des filaments de Spirogyres ou autres Conjuguées, mais il n'est pas rare de trouver des *Synedra* sur des tubes muqueux de Diatomées dont la nature ne doit pas être très différente de la gaine mucilagineuse des Conjuguées; d'autre part, comme je viens de le signaler à propos de *Cladophora*, les frustules de

Cocconeis Pediculus peuvent se trouver jusqu'aux extrémités des filaments. Ces faits semblent donc donner à la fois tort et raison à CHOLNOKY et à SCHERFELL.

A mon avis, deux cas sont à distinguer : 1° les *Cocconeis, Amphora, Epithemia* sont fixés au support par leur face ventrale, portant le raphé, et sont par conséquent mobiles; dans ce cas, la croissance n'est pas gênante; 2° les espèces fixées par des pédoncules ou des coussinets gélatineux (*Cymbella, Gomphonema, Synedra*) ne sont nullement gênées par le mucus, puisqu'on les trouve sur le tube des Diatomées; mais l'allongement d'une membrane leur est défavorable, c'est pourquoi elles ne peuvent utiliser les filaments des Conjuguées ou les parties en voie d'accroissement des autres espèces.

Les filaments d'*Ulothrix,* de *Microspora* sont également favorables à l'établissement des Diatomées et portent souvent *Synedra Vaucheriae, S. Ulna, Achnanthes minutissima.* J'ai observé (st. 42) cette dernière espèce fixée par des pédoncules gélatineux sur des filaments d'*Ulothrix* dans un suintement de rocher.

Les Cyanophycées, en particulier les Oscillaires, portent fréquemment des *Synedra.* J'ai récolté, dans un bassin des Fours-à-chaux d'Angers, une végétation extrêmement abondante de *S. affinis* sur des filaments d'Oscillaires (janvier 1932).

Les filaments de *Beggiatoa* (st. 6) peuvent se recouvrir d'une abondante végétation de *Synedra* (*S. rumpens, S. Vaucheriae*).

Enfin, les Diatomées elles-mêmes peuvent servir de support à d'autres Diatomées : *Melosira varians* porte souvent, fixés le long des filaments par l'intermédiaire de petits coussinets gélatineux : *Synedra Ulna, S. Vaucheriae, Meridion circulare. Nitzschia sigmoidea* porte fréquemment *Amphora Pediculus, Synedra parasitica* et sa variété *subconstricta;* je n'ai même jamais rencontré *S. parasitica* dans d'autres conditions. Les frustules des grandes Surirelles sont également signalés comme porteurs de ces petites formes [HUSTEDT, 76, *p. 162* et *343*]; mais je n'ai pas observé ce cas. Il est à remarquer aussi que les grandes Pinnulaires (*P. nobilis, P. gentilis*), qui portent souvent des *Characium,* ne présentent jamais de Dia-

tomées comme les grands *Nitzschia*, et ceci dans les mêmes conditions (cf. st. 13).

Les tubes muqueux de *Frustulia vulgaris* et de *Navicula viridula* peuvent aussi jouer le rôle de support, à la manière des Algues filamenteuses : *Synedra Vaucheriae* y est assez fréquent.

CARACTÈRES DE LA FLORE DIATOMIQUE DES PLANTES AQUATIQUES

La flore diatomique des plantes aquatiques a de grandes analogies avec celle des objets flottants; mais elle est sujette à de plus nombreuses variations, dues soit aux oscillations du niveau de l'eau pour les plantes des rives (*Phragmites, Typha, Juncus*), soit à l'état de végétation du support pour les plantes flottantes (*Nuphar, Potamogeton*, etc...)

Les formes les plus spécialement adaptées à la vie épiphytique sont les suivantes :

1° Formes destinées à s'accoler à leur support par la face du frustule qui porte les deux raphés (*Rhopalodia, Epithemia, Amphora*), ou l'unique raphé (*Cocconeis*). Parmi les premières, seules les *Rhopalodia* et les *Epithemia* me semblent exclusivement épiphytes ; les *Amphora* sont fréquemment libres. De même, dans le second type, *Cocconeis Pediculus* est un hôte exclusif des filaments de *Cladophora*, mais *C. Placentula* est fréquent en dehors des plantes d'eau, en particulier sur les rochers suintants. Quant aux *Achnanthes*, ils sont le plus souvent libres ou pédonculés, ce qui ne semble guère en rapport avec leur frustule à un seul raphé (cf. *Rhoicosphenia curvata*).

2° Espèces pédonculées : *Cymbella Cistula, C. tumida, C. lanceolata, Gomphonema acuminatum, G. constrictum, G. parvulum*, etc... *Rhoicosphenia curvata.*

3° Espèces en tubes : *Cymbella prostrata, Frustulia vulgaris, Navicula viridula, Nitzschia dissipata.* Cholnoky [40, *p. 321*] considère ce mode de végétation comme typiquement épiphytique. Cela ne semble pas ressortir de mes observations; car si j'ai rencontré des espèces en tubes sur les macrophytes, j'en ai récolté bien davantage en eau vive.

4° Espèces fixées par l'extrémité du frustule au moyen d'un petit coussinet gélatineux. Les *Synedra* signalés dans diverses stations, *S. Ulna* et *S. Acus* (st. 14), *S. rumpens* et *S. Vaucheriae* (st. 6) sont en réalité fixés sur des Algues filamenteuses ou des petites racines.

5° Espèces filamenteuses (*Melosira varians*), ou formant des colonies en zig-zag, fixées par une extrémité (*Diatoma, Tabellaria*). Elles sont adaptées à la flottaison et réalisent le type semi-planctonique.

Plus encore que pour les objets flottants, la pauvreté en Naviculoïdées est remarquable; la seule qui soit assez commune est, comme dans le dernier cas, *Navicula radiosa*.

A la question que je posais au début de ce chapitre, à savoir s'il existait des affinités entre l'espèce support et l'espèce épiphyte, on peut répondre que ces affinités se réduisent à très peu de chose; c'est l'avis de Hurter [69, *p. 203*]. Pour ma part, je ne vois qu'un seul cas très net : l'affinité de *Cocconeis Pediculus* pour *Cladophora glomerata*. *C. Placentula* semble affectionner particulièrement les limbes de *Nuphar* et *de Nymphœa*, mais il est loin d'être aussi exclusif que *C. Pediculus*. *Diatoma vulgare* recherche aussi les filaments de *Cladophora*, où il est toujours plus abondant qu'ailleurs, mais ce n'est qu'une préférence . En dehors de ces quelques cas d'affinité et de l'inaptitude des filaments des Conjuguées à recevoir des épiphytes, on peut dire que les Diatomées de ce groupe sont à peu près indifférentes au genre de support.

Quant à la relation entre l'état de végétation du support et la richesse de la flore épiphyte, Willer [143, *p. 44*] et Hurter [69, *p. 205*] prétendent que les organes jeunes sont défavorables à l'établissement des Diatomées, à cause de la croissance et de l'intensité des échanges gazeux, tandis que les organes morts ou en décomposition sont les plus riches en épiphytes. Les faits signalés à propos de *Nuphar* et de *Cladophora* ne semblent pas cadrer avec cette façon de voir; il est vrai qu'il s'agit surtout de *Cocconeis* mobiles sur le support, et non de formes pédonculées, ce qui est différent, ainsi que je l'ai fait remarquer; mais il ne faut pas oublier, non plus, que les Diatomées sont plutôt des organismes d'hiver et que leur plein développement coïncide avec la période où les plantes aquatiques sont en décomposition.

CHAPITRE VII.

ANIMAUX AQUATIQUES

Les cas de Diatomées fixées sur des animaux sont très rares. Brutschy [29, *p. 284*] a décrit un petit *Synedra* vivant sur des Cyclopes et qu'il a nommé *S. Cyclopum*. Schroeder [134] signale quelques cas analogues en milieu marin. Je n'en ai observé pour ma part qu'un seul cas.

Cette observation provient d'une récolte faite par mon maître M. Bioret dans le Tenu (st. 37), rivière marécageuse voisine du Lac de Grand-Lieu (Loire-Inférieure). Il s'agit de *Synedra radians*, qui formait de véritables touffes autour de pédoncules d'un Acinetien (*Podophrya*).

CHAPITRE VIII.

TOURBIÈRES

Les tourbières, par leur eau chargée de débris végétaux en décomposition et leur pH faible, constituent un milieu très spécial, qui fournit une flore de Diatomées assez particulère, dont la dominance est tantôt aux *Pinnularia*, tantôt aux *Eunotia*.

Des renseignements écologiques généraux ont été fournis en France par ALLORGE [2, *p. 619*; 5, *p. 1154*; 7, *p. 28*], qui distingue les espèces euryoniques, supportant une grande variation du pH, et les espèces sténoioniques, ne tolérant qu'une marge très faible. DEFLANDRE [54] donne la flore de quelques tourbières des Alpes. En Allemagne, HUSTEDT [71] a étudié de nombreuses tourbières des régions de montagnes.

Les tourbières de l'Anjou sont peu étendues; ce sont, pour la plupart, des tourbières à bombement de Sphaignes, c'est-à-dire les plus acides (pH variant de 4 à 5); elles sont progressivement envahies par quelques Graminées et Cypéracées. Leur eau est toujours beaucoup moins minéralisée que les eaux du voisinage; leur degré hydrotimétrique total ne dépasse pas 4. Mais souvent elles contiennent une assez forte quantité de fer, fixé par des Bactéries ferrugineuses du groupe des *Leptothrix*.

Dans ces tourbières où le pH est le plus faible (3,9 à 4,6), les Diatomées sont plus rares et la microflore est surtout représentée par des Desmidiées (*Micrasterias, Euastrum, Cosmarium, Staurastrum, Closterium*), ainsi que l'indique ALLORGE [5, *p. 1154*], ou des Zygnémées (*Mougeotia*).

L'excès de fer est aussi peu favorable au développement des Diatomées.

D'une manière générale, dans une récolte au filet fin, la proportion de Diatomées n'est pas, en général, très élevée :

une préparation directe n'en montre guère, au faible grossissement, que deux ou trois par champ et souvent moins, il est donc nécessaire, pour avoir toutes les espèces, de détruire les nombreux débris organiques par un traitement aux acides et de centrifuger au besoin, afin de concentrer le résidu qui renferme les Diatomées.

L'eau d'expression des Sphaignes ou des Mousses de la partie supérieure des bombements est extrêmement pauvre; les rares frustules de Diatomées que l'on y trouve sont presque toujours vides, si bien que la méthode de concentration aux acides ne présenterait ici aucune garantie.

St. 38. — TOURBIÈRE DE CHAUMONT, près de Seiches (M-et-L.)

C'est une tourbière à bombement de Sphaignes, située à 500 m. en aval de l'étang du Grand Malaguet décrit plus haut (st. 34). Le milieu de la tourbière est traversé par un petit courant d'eau dont l'origine est, pour une grande part, le déversoir du Grand Malaguet; or il est remarquable que l'eau de la tourbière présente un degré hydrotimétrique plus de moitié moindre que celui de l'étang (4 au lieu de 9); le pH est de 4,6 contre 8 pour l'étang. Un dosage de matières organiques, par le permanganate en milieu acide, a donné le chiffre de 15 mg. Les deux flores contrastent d'ailleurs totalement

Récolte du 8 décembre 1931. — Eau assez fortement colorée. Bactéries ferrugineuses abondantes. Diatomées rares à l'examen direct; nécessité de concentrer par centrifugation et traitement à l'acide azotique concentré à chaud.

Pinnularia divergens	D	*Surirella delicatissima*	AC
Neidium Iridis	CC	— *linearis*	AC
Stauroneis Phoenicenteron	CC	— — v. *constricta*	AC
Eunotia pectinalis	C	*Frustulia rhomboides* v. *saxonica*	
Pinnularia subcapitata	C		
— *stomatophora*	C	f. *capitata*	AC
— *gibba*	C	*Navicula Pupula*	AR
— *nobilis*	C	*Rhopalodia gibberula*	AR
— *major*	C	*Pinnularia viridis*	AR
Nitzschia ignorata	C	— *hemiptera*	AR
Stenopterobia intermedia	AC	— *acrosphaeria*	R
Cymbella naviculiformis	AC	— *gracillima*	R
— *gracilis*	AC	— *streptoraphe*	R
— *aequalis*	AC	— *divergentissima*	TR
		— *alpina*	TR

Cette flore est remarquable par sa richesse en Pinnulaires, tant par le nombre des espèces que par le nombre des individus. La forte proportion de *Neidium Iridis* est également remarquable, car il est rare partout ailleurs. C'est la seule station que je connaisse de *Nitzschia ignorata*, qui n'a pas encore été signalé en France jusqu'à présent.

D'autres récoltes faites depuis lors, dans la même station, ne m'ont jamais fourni une flore aussi riche en Diatomées, surtout en Pinnulaires; mais *Neidium Iridis* et surtout *Stauroneis Phoenicenteron* sont toujours abondants et la proportion de *Nitzschia ignorata, Surirella delicatissima, Stenopterobia intermedia* est beaucoup plus forte.

St. 39. — TOURBIÈRE DE JUIGNÉ-SUR-LOIRE. (M.-et-L.).

Il s'agit ici d'un simple trou en entonnoir, de 15 à 20 mètres de diamètre au plus, situé au milieu des déblais d'une ancienne carrière d'ardoises. Il existe de nombreuses dépressions de ce genre dans cette localité et plusieurs d'entre elles constituent de véritables petites tourbières. Elles présentent un bombement de Sphaignes ou de Polytrics, très net au centre; l'eau n'est libre que sur le pourtour. Le pH de l'eau est d'environ 4,5 c'est-à-dire voisin de celui de la tourbière précédente; le degré hydrotimétrique total est encore plus faible (3) et la richesse en matières organiques plus de moitié moindre (7 mg. au lieu de 15). Ce dernier caractère est sans doute la cause de la pauvreté de cette tourbière en Diatomées.

Récolte du 13 janvier 1932.

Pinnularia Braunii v. *amphicephala*	D	*Pinnularia viridis*	R
— *hemiptera*	AC	*Eunotia pectinalis*	R
		Tabellaria flocculosa	R

C'est la seule localité qui m'ait fourni *P. Braunii v. amphicephala.*

St. 40. — TOURBIÈRE VOISINE DE LA PRÉCÉDENTE.

Il s'agit d'un trou d'eau de la même origine que le précédent, dont il n'est séparé que par une centaine de mètres; mais il constitue un milieu biologique différent. L'eau plus profonde y est libre sur toute la surface; elle n'est pas envahie par les Sphaignes, on y rencontre surtout *Potamogeton na-*

tans. Le pH est plus élevé (5,6), mais il indique cependant une acidité accentuée, qui permet de ranger cette station parmi les tourbières. Elle présente de fortes analogies avec l'étang tourbeux étudié précédemment (st. 30) et la flore présente beaucoup d'analogie avec celle de ce dernier.

Récolte du 13 janvier 1932.

Grande abondance de Bactéries ferrugineuses, communiquant un aspect rouillé aux objets en suspension dans l'eau. Les tiges et les feuilles de *Potamogeton* portent malgré ce fer une végétation assez abondante :

Eunotia pectinalis v. *bicons-tricta*	D	*Cymbella gracilis*	C
Tabellaria flocculosa	CC	*Gomphonema gracile*	C
— *fenestrata*	C	— *parvulum*	AC
Eunotia alpina	C	*Pinnularia viridis*	AR
— *pectinalis* v. *minor*	C	— *gibba*	AR
		— *stomatophora*	R

St. 41. — TOURBIÈRE DE LOGE-COUCOU, près de Château-Gontier.

Cette tourbière est presque complètement envahie par les Graminées; les Sphaignes sont en régression et auront bientôt disparu. L'eau y est très fortement colorée et chargée de matières organiques; le pH est de 5 environ, c'est-à-dire intermédiaire entre les précédentes.

Récolte du 13 décembre 1931.

Pauvre à l'examen direct, concentration par traitement à l'acide azotique.

Eunotia pectinalis	D	*Cymbella gracilis*	AC
Tabellaria flocculosa	CC	— *naviculiformis*	AC
Fragilaria virescens	C	*Navicula cocconeiformis*	AC
Eunotia Arcus	C	*Rhopalodia gibberula*	AC
Stauroneis Phoenicenteron	C	*Nitzschia Tryblionella* v. *de-*	
Surirella biseriata	C	*bilis*	AC
Pinnularia subcapitata	C	*Neidium bisulcatum*	AR
— *stomatophora*	C	*Pinnularia microstauron*	AR
— *nodosa*	C	— *divergens*	AR
— *hemiptera*	AC	— *major*	AR
— *acrosphaeria*	AC	— *viridis*	AR
— *gibba*	AC	— *streptoraphe*	R
Surirella linearis	AC	— *alpina*	R
Gomphonema gracile	AC	*Surirella spiralis*	R
— *angustatum*	AC	*Diploneis marginestriata*	R
Diploneis ovalis v. *oblongella*	AC	*Pinnularia divergentissima*	TR

L'organisme dominant de cette flore est *Eunotia pectinalis*, dont beaucoup de frustules présentent des valves internes (var. *Soleirolii*). Les Pinnulaires, sans être aussi abondantes que dans le premier cas (st. 38), sont extrêmement variées.

Le caractère le plus saillant de cette localité est l'abondance de *Surirella biseriata*, présentant une pigmentation intense. En dehors de cette station, je n'ai jamais rencontré *S. biseriata* que dans le plancton de nos rivières, à côté des autres grandes Surirelles : sa présence dans deux milieux aussi différents est donc pour le moins surprenante.

CARACTÈRES GÉNÉRAUX DE LA FLORE DIATOMIQUE DES TOURBIÈRES

La flore diatomique des tourbières est caractérisée par une dominance soit des *Pinnularia*, dans les milieux où le pH est le plus faible (tourbières à Sphaignes, pH voisin de 4), soit des *Eunotia*, lorsque le pH est un peu plus élevé (pH voisin de 5).

Il faut noter aussi la pauvreté en *Cymbella* et en *Gomphonema*, qui ne sont guère représentés que par *Cymbella gracilis*, *C. aequalis*, *C. naviculiformis*, *Gomphonema gracile* et *G. angustatum*.

Les espèces suivantes

Pinnularia nobilis
— *stomatophora*
— *nodosa*
— *hemiptera*
— *divergens*
— *streptoraphe*
— *alpina*
Navicula cocconeiformis
Neidium Iridis
— *bisulcatum*
Nitzschia ignorata
Surirella delicatissima
— *linearis*
Stenopterobia intermedia

figurent en quantité appréciable dans nos tourbières et ne se rencontrent que très rarement en dehors; elles doivent donc être considérées sinon comme exclusives, du moins comme nettement préférentielles.

CHAPITRE IX.

ROCHERS SUINTANTS ET MOUSSES

Les rochers suintants et les mousses humides constituent des stations souvent très riches en Diatomées. Beaucoup se dessèchent facilement : elles présentent donc pour cette raison une analogie avec les fossés, ornières, etc..., étudiés précédemment (st. 14 à 25); on y rencontre quelques espèces particulièrement adaptées à la dessication, qui font partie des espèces typiquement subaériennes.

Ce type de stations a donné lieu à plusieurs travaux qui ont été signalés dans la partie historique.

St. 42. — ROCHER SUINTANT : JARDIN PUBLIC de Château-Gontier.

Il s'agit d'une paroi rocheuse taillée à pic dans des schistes précambriens, orientée à l'est et légèrement ombragée par des arbres. Cette paroi ne suinte que dans les périodes très pluvieuses, elle peut être à sec pendant la majeure partie de l'année; le suintement n'est jamais très abondant : c'est donc le type « xérotique » de BEGER.

Récolte du 15 novembre 1927. — L'été et l'automne de 1927 ont été particulièrement pluvieux et le suintement n'a presque pas tari de toute l'année.

L'espèce dominante, *Melosira Roeseana*, qui est une espèce des montagnes très rare en Anjou, atteignait un développement considérable :

Melosira Roeseana	D	*Navicula contenta* f. *biceps*		AC
Achnanthes coarctata	AC	—	*mutica* v. *nivalis*	AC
Hantzschia amphioxys	AC	—	*pusilla*	R

Récolte du 5 décembre 1928. — Le suintement est resté à sec assez longtemps au cours de l'été 1928; la flore est complètement changée : *Melosira Roeseana* a presque entièrement disparu et fait place à *Amphora veneta,* également très rare dans la région; elle est accompagnée d'une assez forte proportion de *Nitzschia Frustulum v. perpusilla;* il n'y avait pas trace de ces deux dernières espèces l'année précédente.

Amphora veneta	D	*Hantzschia amphioxys*	AC
Nitzschia Frustulum v. *perpusilla*	CC	*Navicula pusilla*	R
Navicula contenta f. *biceps*	C	— *mutica* v. *nivalis*	R
Achnanthes coarctata	AC	*Melosira Roeseana*	R

Récolte du 10 décembre 1929. — Le suintement a été encore plus longtemps à sec qu'en 1928. De nouveau, la flore est changée : les deux espèces abondantes de l'an dernier, *Amphora veneta* et *Nitzschia Frustulum* ont complètement disparu et font place, de nouveau, à *Melosira Roeseana,* qui se trouve en culture presque pure :

Melosira Roeseana	D	*Navicula mutica* v. *nivalis*	TR
Achnanthes coarctata	R	*Hantzschia amphioxys*	TR
Navicula contenta f. *biceps*	R		

Récolte du 20 décembre 1930. — Eté pluvieux; le suintement coule depuis assez longtemps; malgré cela, *Melosira Roeseana* a de nouveau disparu et *Nitzschia Frustulum v. perpusilla* a fait sa réapparition, accompagné de *Nitzschia linearis,* mais non d'*Amphora veneta* cette fois.

Nitzschia linearis	CCC	*Achnanthes coarctata*	AC
— *Frustulum* v. *perpusilla*	CCC	*Surirella ovalis*	AC
Navicula contenta f. *biceps*	CC	*Navicula pusilla*	AR
Nitzschia Tryblionella v. *debilis*	AC	— *mutica* v. *nivalis*	R

Ce suintement est donc remarquable par le fait qu'il a présenté pendant quatre années, à la même époque, quatre flores différentes. La végétation diatomique, toujours très abondante, se présentait de la même façon, quelle qu'en fût sa composition, en longues traînées jaunâtres, peu adhérentes à la paroi du rocher.

Je n'y ai jamais observé de Diatomées dans la période chaude, même quand le suintement coulait à la suite des pluies abondantes.

St. 43. — ROCHER SUINTANT AUX SOURDIÈRES, près de Château-Gontier.

Ce rocher suintant borde le chemin de halage de la Mayenne, à 6 kilomètres en aval de Château-Gontier. C'est une paroi de schiste précambrien, exposée à l'est comme la précédente; mais le suintement est beaucoup plus abondant et a presque l'allure d'une petite source qui ne tarit jamais; l'eau de cette petite source est d'ailleurs remarquablement pure et malgré le terrain schisteux et l'absence de calcaire dans la région, elle présente un pH voisin de 8.

La paroi du rocher est partiellement envahie par les Mousses et les Hépatiques, qui sont dans un état constant d'humidité. La flore diatomique est d'ailleurs la même dans les Mousses que sur le rocher; elle est accompagnée de nombreuses Algues : *Closterium, Penium, Cosmarium, Cylindrocystis, Mougeotia, Zygnema, Ulothrix, Oscillatoria.*

Récolte du 26 mai 1927.

Denticula elegans	D	*Diploneis elliptica*	AC
Navicula falaisiensis	CC	*Diploneis oculata*	AC
— — v. *lanceola*	C	— *ovalis* v. *oblongella*	AC
Achnanthes minutissima v. *cryptocephala*	CC	*Gomphonema intricatum*	AC
		— *angustatum* v. *producta*	AC
Frustulia vulgaris	C	*Eunotia lunaris*	AC
Navicula perpusilla	C	*Nitzschia paleacea*	AC
— *contenta* f. *biceps*	C	*Achnanthes lanceolata*	AR
— *minuscula*	C	*Gomphonema gracile*	AR
Nitzschia Frustulum v. *perpusilla*	C	*Fragilaria capucina*	AR
		Stauroneis anceps	R
Cocconeis Placentula	AC	*Cymbella ventricosa*	R
Eunotia pectinalis	AC	*Pinnularia leptosoma*	R

Récolte du 16 mars 1928. — Flore très différente, moins riche en espèces : à noter la disparition de *Denticula elegans*, *Navicula falaisiensis* et *Diploneis elliptica.*

Eunotia lunaris	D	*Navicula perpusilla*	AC
— *pectinalis*	C	— *contenta* f. *biceps*	AC
Achnanthes minutissima v. *cryptocephala*	CC	— *minuscula*	AC
		Nitzschia paleacea	AC
Pinnularia viridis	C	— *linearis*	AR
Synedra Ulna	AC	— *Tryblionella* v. *debilis*	AR
Cocconeis Placentula	AC		

Récolte du 20 mars 1929. — Flore à peu près identique, mais avec une dominance très nette d'*Achnanthes minutissi-*

ma v. *cryptocephala*, dont les frustules sont fixés par de fins pédoncules gélatineux sur des filaments d'*Ulothrix*.

Récolte du 5 mars 1930. — L'organisme dominant est encore différent : c'est maintenant *Frustulia vulgaris*, en tubes gélatineux, accompagné de sa variété *capitata* (pl. VI, fig. 5), décrite par KRASSKE, (1) forme nouvelle pour la France.

Frustulia vulgaris	D	*Eunotia pectinalis*	AC
— — v. *capitata*	C	*Pinnularia viridis*	AC
Navicula perpusilla	CC	*Cocconeis Placentula*	AR
— *contenta* f. *biceps*	C	*Nitzschia paleacea*	AR
— *minuscula*	C	— *linearis*	AR
Achnanthes minutissima v. *cryptocephala*	C	— *Tryblionella* v. *debilis*	AR
Gomphonema intricatum	C	*Stauroneis anceps*	R

Récolte du 22 mars 1931. — La flore n'a pas subi de changement appréciable depuis l'année précédente, si ce n'est une plus grande abondance de *Frustulia vulgaris* v. *capitata*, qui présente des tubes gélatineux très nets comme l'espèce elle-même.

Récolte du 16 août 1931. — Alors que les années précédentes la flore subissait peu de modifications au cours de l'été, cette année *Denticula elegans* et les espèces qui l'accompagnaient en 1927 (*Navicula falaisiensis* et *Diploneis elliptica*), complètement absentes pendant trois ans, réapparaissent brusquement, tandis que *Frustulia vulgaris* et sa variété *capitata* disparaissent; mais les petites Navicules du groupe du *minuscula* n'existent plus.

Denticula elegans	D	*Diploneis elliptica*	C
Navicula falaisiensis	CC	— *oculata*	C
— — v. *lanceola*	C	— *ovalis* v. *oblongella*	AC
Achnanthes minutissima v. *cryptocephala*	C	*Nitzschia paleacea*	AR
Cocconeis Placentula	C	— *amphibia*	R

Depuis cette date, la flore à *Denticula*, *Navicula falaisiensis* et *Diploneis* se perpétue sans interruption.

Ainsi ce suintement qui ne tarit jamais, sans toutefois présenter dans sa flore les variations profondes du précédent,

(1) KRASSKE G. — Die Diatomeen des Casseler Beckens und seiner Randgebirge. — *Bot. Arch.* 3, p. 196, 1923.

subit cependant des changements importants. Ce qui frappe le plus, c'est la disparition pendant trois ans d'une association très nette de *Denticula elegans, Navicula falaisiensis,* sa variété *lanceola* et des trois *Diploneis* : D. *elliptica,* D. *oculata,* D. *ovalis* v. *oblongella.* Un fait également remarquable, c'est la persistance de la flore en été, en particulier pour *Denticula elegans,* qui est considéré comme espèce alpine, c'est-à-dire d'eaux froides.

Cette station est la seule qui m'ait fourni *Navicula falaisiensis* et sa variété *lanceola,* espèce rarement observée jusqu'ici [HUSTEDT, 76, *p. 302*].

St. 44. — ROCHER SUINTANT BORDANT L'ÉTANG St-NICOLAS, près d'Angers.

Les escarpements rocheux, (schiste ardoisier), qui entourent l'Etang St-Nicolas près d'Angers, m'ont fourni plusieurs suintements peu abondants et tarissant complètement pendant les périodes sèches : ce sont plutôt des rocs humides et leur flore est du type xérotique de BEGER. Tous sont caractérisés par la présence de *Pinnularia borealis* en quantité plus ou moins abondante : ce sont les seuls qui m'ont fourni cette espèce, considérée comme la plus fidèle de ce type d'habitat par les auteurs allemands (BEGER, HUSTEDT, etc...) et pourtant répandue dans les Mousses humides de toute la région angevine.

Voici un exemple de ces suintements :

Pinnularia borealis	D	*Pinnularia subcapitata*	R
Eunotia exigua	AR	*Achnanthes coarctata*	R
— — v. *bidens*	AR	*Navicula mutica*	R

Cette flore est restée assez fixe au cours des années suivantes, mais la proportion de *Pinnularia borealis* tendait à diminuer; en 1932, elle est devenue rare et *Pinnularia subcapitata* est dominante.

Récolte du 18 mai 1932 :

Pinnularia subcapitata	D	*Pinnularia borealis*	R
Eunotia exigua	AC		

St. 45. — SUINTEMENT SUR LE BORD D'UN CHEMIN CREUX, les Pérettes, près de Château-Gontier.

C'est un suintement intermittent, qui coule sur un affleurement de schiste au ras du sol. Je n'ai observé qu'une seule fois une végétation de Diatomées à cet endroit : elle est intéressante, car elle m'a fourni en abondance *Navicula minima* v. *atomoïdes,* qui est rare et isolée partout ailleurs dans la région.

Récolte du 27 février 1928 :

Navicula minima v. *atomoides*	D	*Meridion circulare*	C
Frustulia vulgaris	CC	*Synedra Ulna*	AC
Navicula cryptocephala	C	*Gomphonema parvulum*	AR
Achnanthes lanceolata	C		

St. 46. — ROCHER SUINTANT A LA ROCHE-BERNARD (Morbihan).

C'est une paroi à pic, taillée dans des gneiss et exposée au N.O. Le suintement est intermittent, mais coule parfois abondamment; c'est donc plutôt une station du type « mésophile » de BEGER.

Bien que cette localité se trouve un peu en dehors du rayon de mes recherches, je tiens à la citer, car elle m'a fourni un type d'association à *Fragilaria* et *Tabellaria* que je ne connais pas ailleurs; c'est aussi un exemple de plus des variations profondes qu'offre la flore des rochers suintants.

Récolte du 28 septembre 1931. — Le suintement coule assez abondamment à la suite d'un été très pluvieux.

Fragilaria virescens v. *elliptica*	D	*Pinnularia gibba*	C
Tabellaria flocculosa	CC	*Pinnularia viridis*	AC
Anomoeoneis serians v. *brachysira*	C	*Gomphonema gracile*	AC
		Anomoeoneis exilis	AR
		Surirella Mölleriana	R

Récolte du 3 avril 1932. — J'ai eu l'occasion de faire une nouvelle récolte au printemps suivant. Je ne sais si le suintement a tari pendant l'hiver 31-32, toujours est-il que les éléments dominants de l'automne précédent ont complètement disparu et fait place à des *Nitzschia,* dont il n'y avait pas trace en Septembre 1931.

Nitzschia Frustulum v. *perpusilla*	D	*Gomphonema parvulum*	AC
— *linearis*	C	*Achnanthes lanceolata*	AC
Cymbella ventricosa	C	*Pinnularia viridis*	AR
		Surirella ovalis	R

Pinnnularia viridis est donc le seul organisme commun à ces deux listes, c'est-à-dire peu de chose, étant donné la très large répartition de cette espèce.

SUINTEMENTS DANS LES CARRIÈRES DES FOURS A CHAUX D'ANGERS

Il existe dans les carrières des Fours à chaux d'Angers, où l'on exploite un ilôt de calcaire récifal du Dévonien, des suintements très riches en Diatomées. Il s'agit donc d'un milieu essentiellement calcaire. L'eau de ces suintements est légèrement incrustante et il faut laver les préparations à l'eau acidulée après le grillage afin d'éliminer la chaux; ses caractéristiques sont les suivantes : degré hydrotimétrique total 37; chaux totale (en Ca O) 0 gr. 226 par litre; pH = 8.

Ces suintements sont de deux sortes : les uns anciens, coulant sur des parois mises à jour depuis plusieurs années; les autres récents, coulant sur des parois découvertes depuis quelques semaines seulement.

St. 47. — SUINTEMENTS ANCIENS, *27 janvier 1932.*

Le rocher est recouvert d'un enduit jaunâtre, fortement incrusté de calcaire et constitué par un feutrage de Cyanophycées, renfermant de nombreuses Diatomées. Voici la liste des Cyanophycées, dont je dois la détermination à l'obligeance de Monsieur l'abbé FRÉMY :

Calothrix parietina	Thur.	*Chroococcus cohoerens* (Bréb.) Naeg.
Schizothrix lardacea	Gom.	*Chroothece Richteriana* Hansg.
Gloeocapsa rupestris	Kutz.	

Diatomées :

Synedra Ulna	D	*Pinnularia appendiculata*	AC
Achnanthes minutissima v. *cryptocephala*	CC	*Denticula elegans*	AC
Cymbella microcephala	CC	*Nitzschia sinuata* v. *Tabellaria*	AC
— *parva*	C	*Cyclotella Comta*	AC
— *tumidula*	C	*Mastogloia Smithii* v. *amphicephala*	AR
— *Cesatii*	C	*Navicula halophila* v. *subcapitata*	AR
Gomphonema intricatum v. *pumila*	C	*Gomphonema angustatum*	AR
— *longiceps* v. *subclavata*	AC	*Surirella ovalis*	R

La présence de *Navicula halophila* v. *subcapitata* est remarquable, car elle est nouvelle pour la flore française; de plus, c'est une espèce d'eau salée ou saumâtre, comme l'indique son nom; elle est répandue dans toute la carrière des fours à chaux d'Angers et je ne la connais pas ailleurs. De même, un développement très important de *Synedra affinis* dans un bassin servant à l'évacuation des eaux de la carrière, ainsi que la présence de *Mastogloia Smithii*, qui sont deux formes halophiles, me firent croire à la salure de l'eau de la carrière; mais plusieurs dosages me donnèrent seulement le chiffre de 0 gr. 10 de Na Cl par litre. Le milieu calcaire ou le pH plus élevé pourraient donc être seuls invoqués. La présence de *Cyclotella Comta* espèce pélagique d'après HUSTEDT [76, *p. 103*] est aussi à noter.

St. 48. — SUINTEMENTS RÉCENTS, *27 janvier 1932.*

Ces suintements coulaient sur une surface mise à nu depuis trois semaines seulement environ. Ils étaient déjà envahis d'une végétation exubérante de Diatomées qui leur donnait l'aspect de grandes trainées couleur de rouille, toutes boursouflées par le dégagement d'oxygène dû à l'assimilation chlorophyllienne. La flore des suintements ne comprenait d'ailleurs que trois espèces :

Cymbella tumidula	D	*Nitzschia paleacea*	C
Gomphonema angustatum	C		

Les frustules du *Gomphonema* étaient pédonculés, mais ceux de la *Cymbella* et du *Nitzschia* étaient libres dans un mucus général très peu consistant.

L'établissement d'une aussi abondante végétation de Diatomées en si peu de temps dans un endroit littéralement « stérile » trois semaines auparavant, peut donner une idée de la multiplication intense de ces organismes. Malgré la rapidité de cette multiplication, la taille des frustules ne subissait pas de réduction sensible et je n'ai pas remarqué la moindre formation d'auxospores.

St. 49. — SUINTEMENT des CAVES du MUSÉE St-JEAN, à Angers.

Cette station a déjà fait l'objet d'une note récente [GERMAIN, 66]. Elle présente un intérêt spécial par ses conditions biolo-

giques toutes particulières (éclairement faible, température relativement constante) et par sa flore, qui comprend des espèces peu fréquentes, parmi lesquelles : *Navicula fragilarioïdes*, forme arctico-alpine nouvelle pour la France, et *Nitzschia commutata*, forme d'eau salée ou saumâtre.

Ces caves sont creusées dans du schiste ardoisier et sont éclairées au Nord par une ouverture qui donne de plain pied avec le sol. On peut y distinguer quatre milieux écologiques différents susceptibles de renfermer des Diatomées, et présentant chacun une flore appropriée.

a) Suintements peu abondants, humides seulement pendant les périodes très pluvieuses.

b) Suintements très humides, ne tarissant presque jamais.

c) Gouttière d'écoulement d'une source dans la paroi verticale du rocher, où l'eau est toujours vive.

d) Rigole d'évacuation, creusée dans le sol, où l'eau coule tranquillement.

Trois visites, échelonnées dans le cours d'une année, m'ont donné les résultats suivants :

a) *26 mai 1931.* — Suintements complètement secs à cette époque.

10 novembre 1931. — Suintements notables, dûs à un été et automne pluvieux; ils renferment :

Navicula contenta f. *biceps*	D	*Navicula mutica*	AC
Melosira Roeseana	C	— — v. *nivalis*	AC
Achnanthes coarctata	AC	— — v. *ventricosa*	AR
Hantzschia amphioxys	AC	— *pusilla*	R
Nitzschia Tryblionella v. *debilis*	AC		

13 mai 1932. — Suintements de nouveau à sec.

Plusieurs de ces formes sont caractéristiques des roches peu humides (type xérotique de Beger) : *Melosira Roeseana*, *Navicula mutica* v. *nivalis*, *Achnanthes coarctata*. L'espèce qui domine, *Navicula contenta*, présente, au contraire, une répartition écologique beaucoup plus large.

b) Les suintements très humides et permanents, alimentés en partie par les projections latérales de la source, ont fourni la flore la plus remarquable.

Mai 1931. — Flore diatomique abondante, dans un feutrage d'*Ulothrix* :

Navicula fragilarioides	D	*Nitzschia linearis*	C
Navicula contenta f. *biceps*	C	*Nitzschia commutata*	C
Navicula muralis	C	— *Tryblionella* v. *debilis*	AR
Amphora Normanii	C		

Novembre 1931 :

Navicula muralis	D	*Surirella ovalis*	AC
— *contenta*	CC	*Navicula fragilarioides*	AR
Nitzschia linearis	C	*Hantzschia amphioxys*	AR
— *Tryblionella* v. *debilis*	C	*Achnanthes coarctata*	R
Amphora Normanii	AC	*Navicula mutica*	R

Mai 1932 :

Nitzschia linearis est largement dominant, avec quelques rares exemplaires de *Navicula fragilarioides, N. contenta* et *N. muralis.*

L'espèce la plus remarquable de cette station élémentaire, *N. fragilarioides,* n'a jamais repris l'importance qu'elle avait lors de la première visite. *Nitzschia commutata,* dont la présence était également notable, a complètement disparu.

c) Dans la gouttière de la source, la paroi rocheuse porte une croûte très mince et très adhérente, renfermant plusieurs espèces.

Mai 1931 :

Navicula Seminulum v. *fragilarioides*	D	*Navicula contenta* f. *biceps*	CC
— *cryptocephala* v. *lancettula*	CC	*Nitzschia Frustulum* v. *perpusilla*	CC

Novembre 1931 :

Navicula Seminulum v. *fragilarioides*	D	*Navicula muralis*	C
— *contenta* f. *biceps*	CC	*Nitzschia Frustulum* v. *perpusilla*	AR

L'organisme dominant est toujours le même; mais une espèce a complètement disparu, une autre a fortement diminué et une nouvelle est apparue en abondance.

Mai 1932. — Flore presque identique à celle de novembre 1931.

Bien qu'il ne s'agisse pas ici d'un simple suintement, mais plutôt d'une cascade en miniature, à eau vive, il est remarquable de constater que les espèces les plus abondantes et les plus fidèles sont des espèces de rochers humides : *Navicula Seminulum* v. *fragilarioides*, *N. contenta*, *Nitzschia Frustulum*, *Navicula muralis*. Les trois premières se présentaient en courts rubans de 4 à 5 frustules, disposition assez particulière à ce type de station.

d) C'est dans la rigole d'écoulement que les variations de la flore ont été le plus accentuées.

Mai 1931 :

Nitzschia linearis	D	*Amphora perpusilla*	C
— *commutata*	CC	— *Normanii*	AC
Achnanthes lanceolata	C	*Navicula fragilarioides*	AC

Contrairement à ce que l'on pouvait conjecturer, les espèces de la rigole alimentée par la source, ne sont pas celles de la source (c) mais celles du suintement (b).

Novembre 1931. — Toutes les espèces de mai ont disparu, pour faire place à une végétation pure de *Rhoicosphenia curvata*, formant un tapis dru et ras, dans lequel les frustules sont directement fixés au schiste ardoisier, sans l'intermédiaire de pédoncules gélatineux.

Mai 1932. — Même végétation pure de *Rhoicosphenia curvata*.

Depuis cette dernière date, j'ai visité plusieurs fois la station pour suivre l'évolution de la flore. D'une façon générale, cette flore s'est appauvrie, par suite sans doute de la sécheresse de ces dernières années. Les suintements « *a* » sont restés secs. Les suintements « *b* » ont été beaucoup moins abondants; *N. fragilarioides* y a été retrouvé, mais sans avoir jamais repris l'importance qu'il avait en 1931; *Nitzschia commutata* n'a jamais reparu. Dans la goutière de la source « *c* » et dans la rigole d'écoulement « *d* », les Diatomées ont complètement disparu et le rocher est absolument nu.

En dehors des espèces très particulières qu'elle contient, cette station est un exemple qui montre une fois de plus la variabilité de la flore des rochers suintants.

DIATOMÉES DES MOUSSES HUMIDES.

Les mousses humides, étudiées en détail par BEGER [16-17], lui ont fourni une flore de Diatomées assez riche. Dans mes explorations de la région angevine, j'ai été loin de trouver dans ce milieu des espèces aussi nombreuses.

Parmi les types de mousses que j'ai étudiés, j'en distinguerai deux :

1°) Les mousses très humides des rochers suintants dont j'ai parlé à propos des stations 43 et 44 : les espèces qu'elles renferment ne diffèrent pas de celles qui recouvrent le roc nu; il n'est dont pas besoin d'insister.

2°) Les mousses des prairies humides (*Hypnum*), qui sont mêlées aux Graminées; dans ce type, on ne trouve que trois espèces, qui sont très largement répandues : *Hantzschia amphioxys, Pinnularia viridis, Pinnularis borealis.* Cette dernière espèce était déjà signalée par VAN HEURCK (*Synopsis*, p. 76) comme spéciale aux mousses humides. Encore les individus sont-ils toujours très clairsemés et le nombre des frustules morts assez grand.

Les tapis de mousses qui recouvrent le sol des sous-bois ombragés, formés en majeure partie de *Dicranum scoparium, Polytrichum formosum, Atrichum undulatum, Leucobryum glaucum,* sont extrêmement pauvres; dans beaucoup de cas, l'eau de lavage de ces mousses ne m'a pas fourni un seul frustule. Il semble que, dans notre région, les mousses sont beaucoup plus pauvres en Diatomées que dans les régions de montagnes, où elles en sont parfois très riches [DEFLANDRE,, 54].

PARTICULARITÉS DE LA FLORE DIATOMIQUE DES ROCHERS SUINTANTS.

Les rochers suintants présentent les formes les plus diverses de Diatomées : on y rencontre des espèces de tous les groupes et tous les modes de groupements des frustules y sont représentés : filaments (*Melosira Roeseana*), bandes(*Fragilaria*), pédoncules (*Achnanthes, Gomphonema, Cymbella*), tubes (*Frustulia vulgaris*), masses muqueuses (*Cymbella tumidula*).

La disposition des frustules en bandes courtes est très fréquente : en plus des *Eunotia* (*E. pectinalis*), assez fréquents dans les suintements, et des *Fragilaria*, d'autres types appartenant à des groupes qui ne présentent pas normalement cette disposition l'adoptent dans cet habitat : c'est le cas de *Navicula fragilarioides, Navicula contenta, Navicula Seminulum* v. *fragilarioides, Nitzschia Frustulum, Achnanthes coarctata, Hantzschia amphioxys.*

S'agit-il là d'une adaption particulière à ce milieu ? Pour Schorler [133, *p. 13*] il en est ainsi : l'enchevêtrement des rubans (*Fragilaria virescens*) favorise la résistance à l'entraînement. Cependant, il convient de remarquer : 1°) que la plupart du temps la force d'entraînement est presque nulle, 2°) que le cas le plus fréquent est celui de très courts rubans, formés de quelques frustules seulement (appartenant à des groupes dont les espèces sont normalement libres, tels que *Navicula contenta, Nitzschia Frustulum*, etc... déjà cités), qui ne peuvent donner lieu à un enchevêtrement. J'ai même remarqué qu'*Eunotia pectinalis*, qui se rencontre dans les fossés en longs rubans, (St. 25), ne présente que des bandes de quelques frustules dans les suintements. Je serais donc plutôt porté à croire que, par suite du défaut d'agitation du milieu, les individus résultant d'une division récente demeurent en contact pendant un certain temps. La permanence du contact est facilitée par l'existence de valves bien planes, tandis que chez les espèces à valves fortement bombées, le contact de deux frustules ne peut être réalisé que sur une surface très réduite, ce qui rend difficile la disposition en ruban.

La dessication plus ou moins prolongée et le degré d'humidité plus ou moins grand du milieu semblent avoir une importance primordiale sur la composition de la flore des rochers suintants. A ce point de vue, je distinguerai à la suite de Beger [16] deux types de suintements :

1°) Le type mésophile, très humide et se desséchant rarement;

2°) Le type xérotique, moins humide et sujet à de longues dessications. Les Mousses des prairies se rattachent à ce dernier type.

Voici les espèces qui, d'après mes observations, se montrent plus particulièrement spécialisées. Ces deux listes cadrent d'ailleurs avec celles de BEGER.

1°) Type *mésophile* (st. 43, 46, 47, 48, 49 *b*) :

Denticula elegans
Diploneis elliptica
— *oculata*
— *ovalis* v. *oblongella*
Navicula falaisiensis
— *perpusilla*
Navicula minuscula
— *muralis*
— *Seminulum* v. *fragilarioides*
— *fragilarioides*
Gomphonema intricatum
Amphora Normanii

2°) Type *xérotique* (st. 42, 44, 45, 49 *a*) :

Melosira Roeseana
Achnanthes coarctata
Navicula mutica
Navicula mutica v. *nivalis*
Nitzschia Frustulum
Pinnularia borealis

D'autres espèces telles que :

Eunotia pectinalis
Frustulia vulgaris
Achnanthes minutissima v. *cryptocephala*
Navicula contenta
Gomphonema angustatum
Nitzschia Tryblionella
Cocconeis Placentula, etc.

doivent être considérées comme indifférentes et ont d'ailleurs, à l'exception de *Navicula contenta*, une très large répartition en dehors des rochers suintants.

Enfin, une dernière constatation doit être soulignée : c'est la variabilité de la flore des rochers suintants, en particulier de ceux qui restent plus longtemps à sec (st. 42 à 46), les autres n'étant d'ailleurs pas exempts de variations. Quelle est la cause de ces changements complets de la flore ? Les apports atmosphériques semblent devoir être invoqués, mais l'explication n'est sans doute pas suffisante.

DEUXIÈME PARTIE

Relations des Diatomées benthiques avec leur support

Les Diatomées qui ne vivent pas à l'état planctonique sont reliées à leur support par un mucus de consistance variable et de forme plus ou moins définie, qui résulte d'une véritable sécrétion ou d'une simple gélification de la partie pectique de la membrane.

Si j'aborde ici cette question, ce n'est que pour traiter des rapports qu'il peut y avoir entre ce mode de fixation et le milieu où se développent les différentes espèces; je laisserai donc de côté les questions ayant trait à la structure des appareils de fixation, tels que tubes ou pédoncules gélatineux.

La question des espèces en tubes sera toutefois plus développée, quelques faits nouveaux s'étant présentés qui méritent d'être discutés en détail.

1°. — COLONIES FIXÉES ADAPTÉES A LA FLOTTAISON (type semi-planctonique).

J'ai cité précédemment (p. 17) les Diatomées coloniales qui vivent normalement fixées par une extrémité de la colonie. Elles sont de deux types :

a) Les filaments de *Melosira*, en particulier *M. varians*, qui vit normalement fixé aux rives ou aux objets flottants;

b) Les colonies en zig-zag des *Diatoma* et des *Tabellaria*.

Les colonies en rubans de *Fragilaria* sont aussi à rappro-

cher de ce type, bien qu'on n'ait pas observé leur fixation par une extrémité de la colonie.

Cette disposition permet à la colonie, dès que l'eau est soumise à la moindre agitation, de flotter au lieu de rester adhérente au support; il en résulte des échanges nutritifs plus faciles et partant un développement plus rapide; c'est en réalité un type semi-planctonique, et on conçoit que le passage de ces espèces à la vie planctonique (plancton facultatif) change peu leur mode de vie.

C'est ainsi que *Tabellaria fenestrata* est signalé par HUSTEDT [76, *p. 123*] comme littoral ou pélagique; dans ce dernier cas il peut alors affecter une disposition en étoile (var. *asterionelloides*). Je n'ai jamais observé ce cas dans la région; mais *Diatoma elongatum* et *Fragilaria capucina* sont souvent abondants dans le plancton de nos rivières; il arrive même parfois, dans l'Etang St-Nicolas, que les colonies d'*Asterionella gracillima* se trouvent mêlées à des colonies identiques de *Diatoma elongatum*, avec lesquelles il est facile de les confondre à un faible grossissement : l'*Asterionella* peut prendre la disposition en zig-zag, tandis que le *Diatoma* peut prendre la disposition étoilée.

Les colonies circulaires de *Meridion circulare* semblent se rattacher à ce type; cependant je ne les ai pas rencontrées dans ces conditions. *M. circulare* ne se rencontre jamais à l'état planctonique, c'est au contraire un organisme de fond qui vit sur les pierres des petits ruisseaux ou fossés à eau courante (st. 15), rarement en eau calme; les colonies sont retenues par un mucus général très ample, qui en englobe un grand nombre; ce mucus est très peu apparent et très mal délimité, mais on peut le mettre facilement en évidence avec de l'encre de Chine diluée.

2°. — FRUSTULES FIXÉS PAR UNE EXTRÉMITÉ, AU MOYEN D'UN COUSSINET GÉLATINEUX.

Les *Synedra* sont les Diatomées qui constituent l'exemple le plus répandu de ce mode de fixation. Les frustules sont rarement isolés, mais fixés en touffes, formant parfois des masses sphériques autour du point d'insertion. Le mucus qui retient les individus est assez peu apparent et mal délimité.

Le support d'élection des espèces (*S. Ulna, S. Vaucheriae, S. rumpens, S. affinis*) sont les algues filamenteuses, en particulier les *Cladophora* et des Cyanophycées (*Oscillatoria*), qui sont parfois recouverts de touffes de Diatomées sur une très grande longueur.

Meridion circulare, lorsque les individus sont dissociés au lieu d'être réunis en colonies circulaires, peut se fixer de la même façon. Les *Gomphonema* et *Rhoicosphenia*, dont les pédoncules se réduisent à l'extrême, réalisent aussi ce mode de fixation (st. 49 *d*).

Enfin, il convient de mentionner ici les *Diatoma* et *Tabellaria*, classés parmi les types semi-planctoniques, qui sont fixés au support par un disque gélatineux très net, identique à celui qui relie les frustules entre eux.

Ce mode de vie semble s'accorder avec l'absence du raphé chez *Synedra* et *Meridion*, si l'on admet avec la plupart des auteurs que cet organe sert à la locomotion; mais on peut s'étonner de le voir adopté par des formes qui ont un raphé, telles que les *Achnanthes* et quelquefois les *Gomphonema;* les *Nitzschia* eux-mêmes se rencontrent parfois fixés eu touffes sur des algues filamenteuses, l'exemple en est signalé par Cholnoky [40, *p. 321*] pour *Nitzschia amphibia*, fixé sur des macrophytes par des coussinets gélatineux très nets. J'ai observé moi-même des touffes de *Nitzschia amphibia* sur des pétioles de *Nuphar;* des touffes de *Nitzschia palcacea* sur des filaments de *Melosira varians*, *Cladophora*, et sur des tubes muqueux de *Navicula viridula*, mais sans avoir pu mettre en évidence les coussinets gélatineux indiqués par Cholnoky.

3°. — FRUSTULES APPLIQUÉS AU SUPPORT SUR TOUTE LEUR LONGUEUR.

Ce mode de fixation est typiquement épiphyte; c'est celui des *Epithemia, Amphora*, qui ont toujours leur face ventrale, c'est-à-dire celle qui porte les deux raphés, appliquée sur le support; des *Cocconeis*, qui sont appliqués par la valve possédant un raphé (*Cocconeis Pediculus*). Il s'ensuit que ces espèces peuvent se mouvoir sur leur support.

La disposition asymétrique des deux valves de ces espèces semble bien en rapport avec ce mode de vie; cependant le fait

est loin d'être général, car la plus grande partie des Monoraphidinées (*Achnanthes*) sont libres ou pédonculées et certains *Cocconeis* ne sont pas toujours épiphytes (cf. Rochers suintants).

4°. — FRUSTULES ENROBÉS DANS UN MUCUS ETALÉ.

Dans le fond des étangs, des bassins, des cours d'eau, les Diatomées forment de grandes plaques brunes, qui contiennent souvent un grand nombre d'espèces, représentées principalement par des *Navicula* et des *Nitzschia*.

Le mucus qui les réunit est parfois imperceptible, même lorsque le courant atteint une certaine importance; mais, dans quelques cas, tant en eau calme qu'en eau vive, les frustules sont réunis par un mucus plus rigide, formant une véritable pellicule très consistante, qui s'enlève par lambeaux de la boue ou du support qu'elle recouvre.

J'ai rencontré *Nitzschia linearis* (st. 16). *N. Kutzingiana f. terrestris* (st. 21), *Navicula mutica* (st. 20), *Pinnularia microstauron* (st. 19), formant de telles pellicules sur fond de boue, en eau absolument calme; par contre, sur les pierres des ruisseaux à eaux vives, les colonies de *Navicula viridula, gracilis*, etc... (st. 1) sont retenues par un mucus extrêmement peu consistant.

Il ne semble donc pas y avoir là de relation très nette entre la nature du mucus et la résistance que doivent opposer les Diatomées à l'entraînement du courant.

Ces lames muqueuses peuvent atteindre un certain degré de différenciation avec *Navicula pelliculosa*. Dans ce cas, la résistance du mucus est encore plus grande et les frustules y sont nettement alignés, presque comme dans le cas d'un tube. Ces lames ont une grande analogie avec les tubes muqueux et *Navicula pelliculosa* y vit parfois associée avec des *Nitzschia*, comme d'autres Naviculées à tubes véritables [GERMAIN, 64].

5°. — ESPÈCES EN TUBES.

Un certain nombre d'espèces de Naviculées et de Nitzschiées vivent dans des tubes muqueux; mais ce mode de vie est la plupart du temps facultatif. C'est un caractère néanmoins

remarquable et il a servi autrefois pour la classification; il a même passé pour un caractère primordial, alors qu'il n'était que secondaire; aussi est-il arrivé que certaines espèces, par le fait qu'elles ont été observées libres et en tubes, portent pour cette raison deux noms différents, correspondant respectivement à l'un ou l'autre des deux modes de végétation.

Enfin, il arrive qu'un même tube peut contenir deux espèces différentes, constituant une sorte de symbiose.

Ces Diatomées vivant en tube, m'ayant fourni quelques faits nouveaux ou peu connus, je m'y étendrai plus longuement et je passerai successivement en revue les différentes espèces qui présentent ce mode de végétation.

Naviculoïdées vivant en tubes.

Frustulia. — La vie en tubes est la règle chez les *Frustulia*, c'est même un des caractères qui différencie ce genre.

J'ai récolté en abondance *F. vulgaris*, toujours en tubes dans des milieux très divers, particulièrement sur des rochers suintants (st. 43, 45), mais également sur les rives des grands cours d'eau et sur les pierres des ruisseaux à eaux vives (st. I). C'est la plus commune des espèces d'eau douce vivant régulièrement en tubes.

Les tubes de *F. vulgaris* sont *ramifiés*, leur diamètre est assez variable (20 à 80 μ) : ils contiennent par conséquent de front un nombre variable de frustules; le tube muqueux enserre étroitement la file de Diatomées, contrairement à ce qui se passe chez certaines espèces de *Schizonema* marins et de *Cymbella*, chez lesquels la gaîne mucilagineuse laisse une large marge hyaline autour de la file des frustules.

Les individus sont mobiles dans les tubes; comme ils sont toujours très serrés les uns contre les autres, leurs mouvements provoquent des mouvements d'ensemble du tube, absolument analogues au mouvement saccadé des Oscillaires.

F. rhomboides, qui est beaucoup moins fréquent dans la région se présente toujours à l'état de frustules isolés (st. 28), ainsi que sa variété *saxonica* que je n'ai observée qu'une fois (st. 38).

Amphipleura pellucida. — Cette espèce n'a jamais été signalée vivant en tube et je l'ai d'ailleurs souvent rencontrée libre.

Les tubes d'*A. pellucida* que j'ai observés proviennent d'une récolte faite par mon maître, M. Bioret, dans le Tenu (août 1930), rivière marécageuse voisine du Lac de Grand-Lieu (Loire-Inf.). Ces tubes faisaient partie d'une végétation variée, fixée sur des *Myriophyllum* et composée principalement de Diatomées, *Navicula radiosa, Eunotia pectinalis, Gyrosigma Peisonis,* avec plusieurs Cyanophycées.

Ces tubes ont été examinés sur des échantillons frais; malheureusement ils sont fragiles et n'ont pas résisté au transport : je n'ai donc pu les photographier. Ils étaient en général assez gros et contenaient plusieurs rangées de frustules (4 ou 5) ce qui leur donnait un diamètre d'environ 80 à 100 μ.

Amphipleura (*Berkeleya*) *Brunii* Prudent est signalée en tubes par Prudent [120, *p.* 75]; mais je n'ai jamais trouvé de renseignements à ce sujet concernant *A. pellucida.*

Navicula viridula. — Cette espèce est très commune en eau douce, sur les pierres des ruisseaux à eaux vives (st. 1, 2, 3, 4,). Elle y est retenue ordinairement par un mucus très peu apparent, mais exceptionnellement elle peut se présenter en tubes mucilagineux, comme *Frustulia vulgaris.* J'en ai observé le cas à plusieurs reprises; dans deux stations, ces tubes se trouvaient en très grande abondance, aucun frustule n'était libre, tous étaient renfermés dans les tubes : en avril 1928, dans un ruisseau servant de déversoir à un étang, près de St-Sébastien, en Piriac (Loire-Inférieure); en avril 1930, près de Château-Gontier (st. 4).

C'est plus spécialement au printemps que se rencontrent les tubes, bien que l'espèce se multiplie en abondance pendant toute la saison froide, lorsque le régime des eaux n'est pas trop défavorable.

Les tubes de *N. viridula* (pl. 1 et 2) ont en général le même aspect et les mêmes dimensions que ceux de *Frustulia vulgaris,* c'est-à-dire 20 à 80 μ de diamètre, et sont également ramifiés; les frustules sont mobiles à l'intérieur et provoquent des mouvements d'ensemble du tube, analogues à ceux que j'ai signalés pour ces derniers.

Les tubes provenant de la seconde localité citée présentaient en outre des nodosités que l'on remarque dans la fig. 1 pl. 2. Quelle est la signification de ces nodosités ? Doit-on y atta-

cher quelque importance ? Je les ai observées le plus attentivement possible, sans parvenir à y découvrir rien de remarquable, sinon un amas plus considérable de frustules.

La formation des tubes chez cette espèce a été signalée par plusieurs auteurs, cependant je ne l'ai jamais vue mentionnée en eau douce en France; la seule mention que j'en trouve dans les auteurs français est celle d'une récolte faite par PERAGALLO [111] dans la baie de Villefranche.

De plus, bien que ce mode de vie ne soit que passager, les anciens auteurs, qui considéraient ce caractère comme primordial, ont désigné sous un nom spécial ces tubes de *N. viridula*.

VAN HEURCK lui-même la mentionne sous le nom de *Schizonema Thwaitesii* (Grun.), mais il n'identifie pas les deux espèces (*Synopsis*, pl.15, fig. 38).

Les exsiccata de RABENHORST [116, n° *1506*] contiennent un échantillon de *Navicula viridula* en tubes, sous le nom de *Colletonema vulgare* Thwaites, ce qui est surprenant, puisque cette dénomination correspond, pour tous les auteurs, y compris THWAITES, à *Frustulia vulgaris*, dont les caractères morphologiques sont très différents de ceux de *Navicula viridula*. Le Laboratoire d'Angers possédant la collection Rabenhorst, j'ai pu examiner moi-même les échantillons : il s'agit bien de *Navicula viridula*. La dénomination de *Colletonema vulgare* est donc une erreur. Mais cette erreur n'enlève pas l'intérêt d'une note de GERSTENBERGER, qui accompagne l'échantillon; il signale un mode de vie absolument identique à celui que j'ai observé : tubes fixés sur les pierres des ruisseaux, formation facultative de tubes. Il émet l'opinion que l'apparition de tubes pourrait être en relation avec la copulation, mais il n'a jamais rien observé de tel. Il fait remarquer aussi que les frustules doivent vivre peu de temps dans les tubes, car les individus qui y restent sont presque toujours des frustules vides, c'est-à-dire des éléments morts ou les restes des individus ayant copulé. Il a constaté aussi que les tubes se trouvaient en eau agitée et que, dans le même ruisseau, il n'y avait pas de tubes en eau calme. Je n'ai, pour ma part, rien observé qui se rapporte à la conjugaison; je n'ai pas non plus constaté que les tubes contenaient surtout des frustules morts; mais je ferai la remarque suivante : si l'on attend trop longtemps

entre le prélèvement des tubes et leur examen, on voit que la plupart des Diatomées en sont sorties et vivent à l'état libre, dans le flacon qui a servi à la récolte; si, au contraire, on fait un examen immédiat, les tubes sont bourrés de frustules; il faut, pour conserver les tubes intacts, les fixer dans une eau fortement formolée; ainsi les Diatomées sont tuées avant d'avoir pu en sortir; c'est peut-être ce défaut de précaution qui a donné lieu à la remarque de GERSTENBERGER.

D'autres espèces de Navicules peuvent, comme *Navicula viridula*, vivre facultativement en tubes; les renseignements que j'ai dû rechercher pour cette espèce, m'ont fourni divers faits que je mentionne ici, mais que je n'ai pu contrôler personnellement.

GRUNOW [67, *p. 570-571*] cite les espèces suivantes :

Colletonema neglectum THWAITES, qui n'est autre que *Navicula gracilis*, tous les auteurs sont d'accord sur ce point;

Colletonema exile nov. sp., qui serait, d'après l'auteur, *Navicula cryptocephala;*

Colletonema dubium nov, sp., qu'il rapproche de *Pinnularia appendiculata;*

Colletonema vulgare Thwaites, qu'il rapproche de *Frustulia rhomboides :* ce qui est surprenant, puisque tous les auteurs (sauf GERSTENBERGER) sont d'accord pour l'identifier avec *Frustulia vulgaris*, dont les dimensions et le nombre de stries sont franchement différents de ceux de *Frustulia rhomboides*.

Colletonema subcohoerens Thwaites. Cette espèce a un grand nombre de dénominations : *Pinnularia subcohoerens* BRUN [27, *p. 80*]; *Schizonema lacustre* Agardh (V. H. Syn. pl. 15 fig. 40); *Encyonema Ungeri* Grunow (A. Schmidt pl. 10 fig. 63); *Cymbella lacustris* Cleve. C'est cette dernière dénomination qui a été admise par HUSTEDT.

Colletonema eximium Thw. qui est le *Pleurosigma eximium* de VAN HEURCK.

RICHTER [124, *p. 65-67*] signale *Navicula gracilis* en tubes dans une chute d'eau de moulin, alors que dans le même cours d'eau elle vit à l'état libre dans les endroits calmes. Il en conclut que la vie en tubes est une adaptation à l'eau courante. Cette observation est donc à rapprocher de celle de GERSTENBERGER à propos de *N. viridula*.

Plus récemment, CHOLNOKY [36, *p. 233*] parle de *Navicula cryptocephala* en tubes; dans un autre ouvrage [40, *p. 321*], de *Navicula gracilis* vivant en tubes, fixés sur des macrophytes, en eau calme (Lac Balaton); il ajoute qu'il considère ce mode de vie comme essentiellement épiphytique.

En France, P. PETIT [116, *p. 40*] signale *Schizonema neglectum*, c'est-à-dire *Navicula gracilis*, en tubes, dans une liste des Diatomées trouvées aux environs de Paris, mais sans indication exacte du support, ni des conditions de végétation.

Il est à remarquer que je n'ai jamais rencontré en tubes *Navicula gracilis* ni *N. cryptocephala*, bien que ces deux espèces soient très abondantes dans la région. Cependant MANGUIN [92, *p. 39*] signale *N. gracilis* v. *schizonemoides* dans la Sarthe.

Cymbella. — Les Cymbelles correspondant au genre *Encyonema* des anciens auteurs vivent souvent en tubes, mais la plupart sont fréquemment libres; aussi ce caractère étant loin d'être fixe, le genre *Encyonema* a dû être supprimé.

Je n'ai jamais rencontré de tubes de *Cymbella ventricosa*, qui est pourtant très commun dans la région, aussi bien en eau vive sur les pierres des ruisseaux que sur les plantes ou les objets flottants. Par contre, *C. prostrata* (Berck.) Cl. ne se montre jamais qu'en tubes, ainsi que les petites formes (pl. XIV, fig. 5) que HUSTEDT rattache à cette espèce et qui correspondant très exactement à *C. caespitosa* (Ktz.) Cl.

Nitzschiées vivant en tubes.

Plusieurs espèces de *Nitzschia* vivent normalement en tubes; elles sont pour la plupart marines. La seule espèce connue en eau douce est *N. filiformis* (st. 29); mais d'autres espèces forment facultativement des tubes, à la manière de *Navicula viridula* et des Cymbelles. Ce caractère de présenter des tubes muqueux a donné lieu, pour les *Nitzschia*, à la création du genre *Homoeocladia*, parallèlement aux genres *Schizonema* et *Encyonema*. Il en est résulté, comme pour *Navicula viridula*, deux noms différents s'appliquant à la même espèce, suivant qu'elle vivait libre ou en tubes. J'ai rencontré deux espèces qui rentrent dans ce cas :

a. — *Nitzschia dissipata* v. *media*. Les tubes de cette espèce proviennent de deux récoltes faites dans des conditions

analogues, sur des objets flottants (St. 26, 27, 28). Ils sont très voisins de ceux de *Navicula viridula*, mais plus grêles, de 10 à 20 μ de diamètre (pl. III, fig. 1) : j'ai réussi à photographier un de ces tubes dont les frustules ont gardé leur disposition en file même après le grillage (pl. XV, fig. 1).

De même que *Navicula viridula*, *Nitzschia dissipata* a donné lieu, sous le nom d'*Homococladia*, à plusieurs confusions que signale Van Heurck (*Synopsis*, pl. 63, f. 2 et 3) et pour lesquelles je renvoie à la partie systématique.

b. — *Nitzschia paleacea*. Cette espèce est extrêmement répandue dans la région. Je l'ai rencontrée en tubes, en même temps que *N. dissipata* (St. 28) (pl. XV, fig. 2).

Les documents relatifs aux *Nitzschia* d'eau douce vivant en tubes sont fort rares. Ceux que j'ai pu trouver, en dehors de ceux de Cholnoky signalés plus loin, sont les suivants :

Richter [124, *p. 65-67*] donne les diagnoses de deux *Homœocladia* nouveaux : *H. conferta* et *H. germanica;* mais il s'agit ici d'espèces d'eau saumâtre, provenant de régions de salines. Pour l'auteur, la vie en tubes des Diatomées est une adaptation à l'eau vive.

Kaiser [77, *p. 331*] signale des tubes d'une des espèces précédentes, *H. germanica*, dans l'Elbe, sur des pierres, dans une eau également saumâtre. Il admet, lui aussi, que la vie en tubes est une adaptation au courant.

Tubes contenant deux espèces différentes.

Le cas de deux espèces de Diatomées vivant ensemble dans le même tube muqueux a été signalé pour la première fois en 1893 par Moebius [98, *p. 130*], pour des espèces marines de Java. Il s'agissait d'un *Schizonema*, vivant dans un tube d'*Homoeocladia Martiana*, l'*Homoeocladia* (*Nitzschia*) étant en dominance sur le *Schizonema* (*Navicula*). « Il semble, dit l'auteur, qu'on se trouve en présence d'un type particulier de symbiose; cependant on peut à peine songer à un échange nutritif entre les deux espèces. »

En 1907 [99, *p. 247-250*], il signale le cas inverse, c'est-à-dire un *Nitzschia* dans un tube de *Schizonema Grevillei*, provenant d'un lac de l'île Kildin (côte nord du Lappland), qui renferme un mélange d'espèces marines et d'eau douce. Ce

Nitzschia, déterminé par BROCKMANN serait *Nitzschia dissipata* v. *media*, que j'ai moi-même rencontré en tubes dans la Maine (st. 27).

MOEBIUS signale encore (p. 250) que les tubes de *Schizonema Grevillei* renferment, ici et là, de petites cellules d'une autre espèce, peut-être un *Schizonema*, beaucoup plus petit que *S. Grevillei*, qu'il n'a pas déterminé.

Les premiers renseignements concernant les eaux douces sont fournis par CHOLNOKY [38, *p. 527*]. Il a été frappé de rencontrer *Nitzschia dissipata* dans des tubes de plusieurs Cymbelles, en particulier dans les eaux à cours rapide. Il considère même *N. dissipata* comme habitant typique des eaux vives, par opposition aux autres espèces de *Nitzschia*, qui préfèrent en général des eaux calmes. Dans un ouvrage plus récent [39, *p. 143*], il revient sur cette question : pour lui, *N. dissipata* existe très souvent dans les tubes de Cymbelles; il l'a presque constamment rencontré, en particulier, dans les tubes de *Cymbella ventricosa*. Les *Nitzschia* se trouvent surtout dans la partie âgée des tubes, pas aux extrémités, et ils sont toujours en raison inverse du nombre des Cymbelles. Est-ce une symbiose ? Pour CHOLNOKY, les *Nitzschia* seraient plutôt saprophytes et profiteraient d'une secrétion de la Cymbelle; mais on est bien obligé de reconnaître que les chloroplastes de *Nitzschia* ne sont pas suffisamment atrophiés pour justifier cette hypothèse. Il fait remarquer enfin que les *Nitzschia* ne peuvent entrer dans les tubes ni par un moyen mécanique (perforation), ni par un moyen chimique (dissolution de la membrane du tube); ils entreraient donc par une déchirure; mais alors on est en droit de se demander pourquoi on aurait toujours affaire à la même espèce, *N. dissipata*.

Pour ma part, j'ai observé cinq cas de tubes contenant deux Diatomées différentes, que j'ai déjà mentionnés ailleurs [64, *p. 445*].

1. — *Cymbella prostrata* et *Nitzschia paleacea*. — Cette association provient d'une récolte faite sur des pierres bordant l'étang de Serrant, près d'Angers (22 Octobre 1929). Les tubes de *Cymbella prostrata* y étaient communs; environ la moitié de ceux que j'ai examinés contenaient de nombreux *Nitzschia paleacea*. J'ai pu photographier après grillage un

reste de ces tubes, où la disposition des frustules reste frappante (pl. XIV, fig. 6).

2. — *Navicula viridula* et *Nitzschia paleacea.*

3. — *Frustulia vulgaris* et *Nitzschia paleacea.* — Ces deux exemples proviennent de la même station : pierres des rives de la Mayenne (février 1931). Les tubes des deux Naviculoidées, *Frustulia vulgaris* et *Navicula viridula,* se trouvaient mélangés, les seconds en plus forte proportion. Le *Nitzschia* est le même que dans le cas précédent, c'est-à-dire *N. paleacea.* La fig. 3 de la pl. II représente un fragment de tube à l'état frais de *Navicula viridula* contenant des *Nitzschia,* qui se différencient nettement par leur taille beaucoup plus petite. Le tube représenté est d'un diamètre assez fort, mais il en existait d'autres d'un diamètre moitié moindre.

Tous les tubes de cette récolte, tant de *Navicula* que de *Frustulia,* ne contenaient pas de *Nitzschia :* les tubes mixtes constituaient environ le tiers des tubes observés.

4. — *Schizonema ramosissimum* et *Nitzschia paleacea* (?) — Il s'agit ici d'un cas que j'ai eu l'occasion d'observer moi-même dans une récolte faite sur les rochers de la baie du Croisic (L.-Inf.), en avril 1930. Bien qu'il s'agisse ici d'une espèce marine, ce qui sort du cadre de cette étude, j'ai tenu néanmoins à la signaler, pour montrer que le fait de la présence de deux espèces dans un même tube ne doit pas constituer une rareté. Les tubes de S. *ramosissimum,* espèce très commune sur cette côte, présentaient très fréquemment un petit *Nitzschia,* qui m'a semblé identique avec les petites formes du *N. paleacea* des cas précédents.

5. — *Navicula pelliculosa, Nitzschia paleacea* et *Nitzschia acicularis.* — Il convient de rapprocher de ces quatre exemples un autre cas d'association, non en tubes cette fois, mais en lames muqueuses très consistantes. *Navicula pelliculosa,* comme je l'ai signalé, forme des lames muqueuses où les frustules montrent un alignement très net, ce qui constitue une grande analogie avec des tubes. Je l'ai rencontrée dans une fontaine publique, à Château-Gontier (2 Mai 1932), où elle était associée à deux *Nitzschia, N. paleacea* et *N. acicularis,* l'une

ou l'autre de ces deux espèces dominant suivant les régions de la lame muqueuse.

Il est à remarquer que je n'ai jamais trouvé, dans les tubes mixtes, *Nitzschia dissipata*, qui est la seule espèce signalée par CHOLNOKY en eau douce. Par ailleurs, CHOLNOKY ne signale pas la présence de *N. dissipata* seul dans des tubes, mais seulement en association avec des *Cymbella*. Me basant sur ce fait et sur ce que, dans la récolte qui m'avait fourni les tubes de *Nitzschia dissipata* (st. 27), il y avait également des Cymbelles et en particulier *C. ventricosa*, je me suis demandé si ces tubes de *N. dissipata* ne seraient pas des tubes mixtes dont les Cymbelles seraient sorties, laissant seuls les *Nitzschia*. Mais, d'une part, les tubes étaient trop étroits pour qu'il s'agisse de tubes de *Cymbella;* d'autre part, les *Nitzschia* y étaient très serrés, donnant bien l'impression que les tubes n'étaient faits que pour eux.

J'ai constaté aussi, à propos de *Navicula viridula*, contrairement aux observations de CHOLNOKY pour les *Cymbella*, que les tubes pouvaient contenir des *Nitzschia* jusqu'à leur extrémité.

De ces différents exemples d'association, aussi bien en eau salée qu'en eau douce, il se dégage le trait suivant : l'association a toujours lieu entre un *Nitzschia* et un *Navicula, Frustulia, Schizonema* ou *Cymbella*. Jamais on n'a signalé dans un même tube deux Naviculoidées ou seulement deux *Nitzschia* sans Navicule; comme s'il existait une sorte d'affinité entre les espèces de ces deux groupes. Seule fait exception l'observation de MOEBIUS [99, *p. 250*] qui parle d'un très petit *Schizonema* vivant dans les tubes de *Sch. Grevillei;* mais il n'est pas très affirmatif et n'a pas déterminé ce très petit *Schizonema;* il peut donc bien s'agir d'un *Nitzschia*, les confusions, dans ces petites espèces, ne sont pas tellement difficiles à faire.

Quelle est la signification biologique de ces associations ? S'agit-il d'une véritable symbiose ? CHOLNOKY semble pencher vers cette manière de voir. Tout ce que je puis dire, c'est qu'aucune des deux espèces associées n'est modifiée, en quoi que ce soit, dans sa morphologie interne ou externe.

Signification biologique des tubes mucilagineux.

Quelle est la signification biologique des tubes de Diatomées ? Pourquoi en particulier telle espèce, qui vit normalement libre, se trouve-t-elle soudain exclusivement en tubes muqueux, sans que les conditions du milieu extérieur semblent avoir changé ? Les auteurs sont loin d'être d'accord sur cette signification; car les faits ne sont pas explicites.

Richter et Kaiser considèrent les tubes comme une adaptation à la vie en eau courante et citent, comme exemples, *Navicula gracilis* et *Homœocladia germanica*. De son côté, Cholnoky affirme, au sujet de *Navicula gracilis*, que ce mode de vie est essentiellement épiphytique, et, comme il s'agit des rives d'un lac (Lac Balaton), non d'une eau courante, l'agitation ne pourrait être due qu'aux vagues, ce qui est un peu différent. Hustedt [74, *p. 105*] va plus loin : d'après ses observations dans les lacs du Holstein, les espèces épiphytes des eaux agitées sont surtout représentées par les *Diatoma;* là où l'agitation diminue, les espèces en tubes apparaissent (*Navicula gracilis, Cymbella prostrata*).

Ces opinions sont donc contradictoires; mes observations personnelles ne le sont pas moins : *Navicula viridula* et *Frustulia vulgaris* sont les seules espèces que j'ai trouvées en tubes en eau vive. Pour *N. viridula,* la force du courant ne me semble pas avoir beaucoup d'influence sur la formation des tubes, car je l'ai observée, dans la même station, où le courant est toujours sensiblement égal, tantôt libre, dans un mucus très peu apparent, et tantôt en tubes. Il faut donc chercher une autre explication. Chez *F. vulgaris*, qui est une espèce très répandue et beaucoup moins localisée au point de vue écologique que *N. viridula,* la formation de tubes est constante, qu'elle végète sur les pierres d'un ruisseau à eau vive, en eau calme ou sur des rochers suintants dont l'eau n'a aucun pouvoir d'entraînement. Les tubes d'*Amphipleura pellucida* ont été recueillis sur des plantes flottantes, en eau absolument calme. Les tubes de Cymbelles proviennent d'eaux calmes, à une exception près. De même les *Nitzschia* ne m'ont paru former des tubes que dans des eaux peu agitées, soit sur des objets flottants, soit sur des macrophytes. Ainsi, *N. dissipata,* qui est commun dans les ruisseaux à eaux vives, ne s'y trouve jamais en tubes (st. 1-3).

Il ne me semble donc pas que la vie en tubes soit une adaptation constituant une résistance à l'entraînement. La majorité de mes observations concorde plutôt avec le point de vue de CHOLNOKY et de HUSTEDT. Mais cela ne donne pas la signification de ce « modus vivendi ». La saison aurait-elle une influence ? Pour *Navicula viridula*, c'est toujours au printemps que j'ai trouvé des tubes en plus grande abondance. Y aurait-il alors une relation avec un phénomène de conjugaison, comme le suppose GERSTENBERGER : je n'ai rien pu observer de tel.

6°. — ESPÈCES PÉDONCULÉES.

La position des frustules à l'extrémité de pédoncules gélatineux constitue le mode le plus typique de fixation des Diatomées.

Les espèces pédonculées sont fréquentes en eau douce. C'est le cas pour l'ensemble des *Gomphonema*, pour une partie des *Cymbella* (ancien genre *Cocconema*), pour *Rhoicosphenia* et pour quelques *Achnanthes*. Mais la présence de pédoncules, de même que celle des tubes muqueux, n'est pas un caractère fixe pour un genre et même pour une espèce : c'est pour cette raison que le genre *Cocconema* n'est plus admis aujourd'hui, plusieurs espèces de ce genre vivant indistinctement libres ou pédonculées. J'ai observé, par exemple, une station très riche en *Cymbella aspera* (st. 16), dans laquelle tous les individus étaient libres; dans une autre, *C. parva* était entièrement libre; de même, *C. affinis* et *C. helvetica* (st. 26 et 27) : ce sont pourtant des espèces normalement pédonculées (anciens *Cocconema*). Même parmi les *Gomphonema*, chez lesquels le pédoncule est considéré comme très général, il n'est pas rare de rencontrer *G. angustatum* libre. Le pédoncule n'est pas plus constant chez *Achnanthes minutissima* et *A. microcephala*. Chez *Gomphonema*, *Achnanthes* et *Rhoicosphenia* (st. 49), le pédoncule est souvent très réduit, représenté seulement par un coussinet gélatineux : les frustules sont alors sessiles et le mode de fixation se rapporte au deuxième cas cité au début de cette partie. On ne peut en dire autant des Cymbelles, chez lesquelles les frustules sont toujours longuement pédonculés ou complètement libres.

Gomphonema olivaceum, très abondant à la fin de l'hiver sur les pierres de certains ruisseaux à eaux vives (st. 3) et sur les objets flottants (st. 26-27), mérite une remarque spéciale. Ses pédoncules sont nets, mais l'ensemble des colonies forme des masses glaireuses, que ne justifie pas le seul amas des pédoncules. Au microscope, les frustules donnent parfaitement l'impression d'être plongés, ainsi que les pédoncules, dans une masse gélatineuse générale, différente du mucus des pédoncules; mais cette masse gélatineuse n'a pas de contours apparents : on peut la mettre en évidence, en plongeant l'ensemble dans de l'encre de Chine diluée, où sa limite reste encore imprécise.

La position des frustules à l'extrémité de pédoncules correspond-elle à une adaption spéciale ? J'ai pu faire deux ou trois fois la remarque suivante : une espèce pédonculée vivant sur les pierres d'un ruisseau a des pédoncules plus courts, ou même réduits à un coussinet, si l'eau devient vive, exception faite pour le cas de *G. olivaceum* que je viens de citer. D'une façon générale, les espèces pédonculées se rencontrent plutôt sur les macrophytes et les objets flottants, le plus souvent en eau calme; il n'en existe jamais sur les fonds de boue. Il semble donc que ce mode de vie, qui permet au frustule de subir d'assez larges mouvements d'ondulation, est à rapprocher du type semi-planctonique mentionné au début de cette partie.

TROISIÈME PARTIE

Influence des différents facteurs écologiques

Le but essentiel du présent travail étant de rechercher les lieux de multiplication des Diatomées de ma région, j'ai dû explorer un grand nombre de stations. Il m'était impossible dans ces conditions de suivre en détail pour chacune d'elles les variations de tous les facteurs écologiques : température, composition chimique, etc.. Je donnerai donc ici seulement quelques impressions générales résultant de mes observations personnelles, en les comparant aux données publiées par d'autres chercheurs : elles concernent la température, la lumière, le pH, la teneur en chaux, en substances organiques, la dessication, l'agitation de l'eau.

Température.

D'une manière assez générale, en Anjou, où les hivers sont peu rigoureux, les Diatomées sont plutôt des organismes de la saison froide. Il convient cependant de distinguer entre les Diatomées planctoniques et les Diatomées benthiques.

Diatomées planctoniques. — Les espèces planctoniques, telles que *Melosira ambigua, Asterionella gracillima, Fragilaria crotonensis,* se développent toute l'année d'une façon à peu près égale; certains autres facteurs intermittents peuvent alors intervenir et troubler leur multiplication. C'est ainsi que dans nos rivières (Maine, Mayenne, Sarthe) le développement

des Diatomées planctoniques est entravé par les crues, qui troublent l'eau par l'apport de fines particules argileuses; mais si la période hivernale n'est pas trop pluvieuse, comme cela s'est produit pour les hivers 1932-33 et 1933-34, les espèces mentionnées ci-dessus restent en pleine végétation, même dans une eau à 4°. Elles forment à ce moment la majeure partie du plancton, les organismes verts, Protococcacées et Volvocacées, étant plutôt des organismes d'été. Dans d'autres cas, c'est la pullulation d'un organisme qui peut venir troubler le développement des Diatomées planctoniques : le cas en a été observé à plusieurs reprises dans l'Etang St-Nicolas, à Angers [Bioret, 23] : vers la fin de l'été, la multiplication intensive d'une Cyanophycée, *Aphanizomenon Flos aquæ* fait disparaître *Asterionella gracillima*, qui reparaît ensuite, quand les premières gelées ont fait disparaître l'*Aphanizomenon*.

D'autre part, comme le fait très justement observer Kolbe [78, *p. 299*], la teneur de l'eau en oxygène est liée à la température : certaines espèces dites d'eaux froides ne seraient alors que des espèces plus avides d'oxygène; dans ce cas, la température n'interviendrait qu'indirectement.

Toujours est-il que les Diatomées sont les organismes du plancton qui sont le moins influencés par la température; elles ont un maximum de développement en hiver et au printemps, alors que la température de l'eau varie de 3° à 15°; en été et au début de l'automne, lorsque l'eau atteint 15° à 30°, elles sont accompagnées d'une forte quantité de plancton vert et de zooplancton, qui diminue leur pourcentage dans une pêche au filet fin; il faudrait, pour se faire une idée exacte de leur développement, effectuer des numérations sur les éléments planctoniques d'un volume d'eau donné.

Diatomées benthiques. — Celles-ci semblent plus influencées par les différences de température, la majeure partie sont nettement des organismes d'hiver. Dans les ruisseaux, en particulier, la végétation diatomique n'apparaît jamais, à de rares exceptions près, avant la fin d'octobre, lorsque la température de l'eau se trouve entre 10 et 15°; elle atteint le plus souvent un développement maximum vers le mois de mars, si les crues ne sont pas venues troubler le régime des ruis-

seaux; à ce moment la température de l'eau est environ de 3° à 6°: j'ai fait plusieurs fois d'abondantes récoltes de *Navicula viridula* sous la glace, dans une eau dont la température était par conséquent voisine de 0°. Pendant tout l'été au contraire, alors que le régime des ruisseaux est régulier, le développement des Diatomées est à peu près nul.

Sur les objets flottants des grands cours d'eau, où la végétation diatomique persiste toute l'année, avec un maximum au début du printemps, c'est *Melosira varians* qui domine pendant toute la saison froide, quand l'eau est à 5° en moyenne; au début du printemps apparaît *Gomphonema olivaceum*, puis les Cymbelles vers le mois de mai (cf. st. 26-27).

Je ne suis donc pas tout à fait d'accord avec SCHMIDT [130, *p. 130*], qui place entre 10 et 20° la température optima de développement de *Melosira varians;* ni avec KOLBE [78, *p. 297*], qui fait de cette espèce une forme estivale. Il est vrai que la distinction doit être faite entre le climat de l'Europe centrale et celui de l'Ouest de la France.

Les différentes espèces ne présentent donc pas toutes la même température optima de développement, les unes recherchant les eaux froides, les autres pouvant supporter des températures de 20° à 30°. Pour HUSTEDT [71, *p. 23*] c'est dans une adaptation vis-à-vis de la température et non de l'altitude qu'il faut chercher la notion d'espèces dites alpines : les espèces de montagnes sont des espèces d'eau froide. Je ferai remarquer cependant que bon nombre de ces espèces soi-disant alpines se rencontrent en Anjou et que ce sont toutes des espèces ou de tourbières ou de rochers suintants; or ces stations sont précisément celles qui sont les mieux représentées en montagne : s'agit-il donc bien d'une action de la température ? C'est ainsi que j'ai observé *Denticula elegans*, que HUSTEDT [76, *p. 382*] et KRASSKE [83, *p. 127*] considèrent comme arctico-alpine, en végétation très abondante pendant toute l'année dans un suintement (st. 43), alors que la plupart des autres espèces disparaissent en été. Il est vrai que ce suintement, qui ne tarit jamais, est alimenté par une source très fraîche; mais la température de cette source est néanmoins supérieure à 15° en été.

Je crois, en définitive, que les Diatomées, d'une façon gé-

nérale, sont des organismes d'eau fraîche, mais qu'elles sont parmi les algues d'eau douce les moins sensibles aux variations de température.

Lumière.

Pour cette question encore, il convient de distinguer Diatomées benthiques et Diatomées planctoniques.

Diatomées benthiques. — Il est reconnu depuis longtemps que la plupart des Diatomées sont des organismes de lumière atténuée : fonds de ruisseaux ombragés, rochers suintants ombragés ou exposés au nord. Lorsqu'il s'agit de colonies vivant sur un fond de boue, j'ai remarqué que si les rayons du soleil viennent à frapper directement cette boue, les taches brunes des Diatomées disparaissent : elles se sont enfoncées dans la boue; mais le dégagement de petites bulles gazeuses à la surface de la boue témoigne d'une assimilation chlorophyllienne persistante; lorsque l'ombre est revenue, les Diatomées ressortent de la boue et forment à nouveau sur le fond un beau tapis brun.

Cette action nuisible d'un excès de lumière contribue peut-être, autant qu'une température trop élevée, à faire des Diatomées des organismes d'hiver; mais on ne peut rien affirmer à cet égard.

Pour Kolbe [78, *p. 251*], certaines espèces sont spécialement adaptées à une lumière atténuée : ce sont celles qui vivent sur les rochers suintants des grottes; j'ai cependant rencontré presque toutes les espèces qu'il mentionne soit sur des rochers très découverts ou simplement ombragés (*Navicula contenta, N. perpusilla, Fragilaria virescens*), soit sur le fond de ruisseaux à peine ombragés (*N. ambigua, Campylodiscus hibernicus*); il n'est donc pas certain que la lumière soit, même pour les espèces des rochers suintants des grottes, le seul facteur sélectif déterminant.

Diatomées planctoniques. — La protection contre un excès de lumière peut être réalisée chez les organismes planctoniques par un déplacement spontané en profondeur. Un tel déplacement peut exister quand il s'agit du plancton actif doué de mouvement propre : Volvocales, Chrysomonadinées, Roti-

lères, Crustacés. Il est impossible quand il s'agit du plancton passif, des Diatomées en particulier; leur distribution aux divers niveaux de la masse d'eau dépend pour une part de l'agitation de l'eau due au vent, sans laquelle elles tomberaient peu à peu sur le fond; elle est due pour une autre part aux bulles d'oxygène dégagées par l'assimilation chlorophyllienne, qui diminuent la densité de l'organisme : c'est un fait bien connu des planctologistes que, pendant le jour, les zones riches en plancton ne dépassent pas quelques décimètres de profondeur; j'ai constaté moi-même qu'une pêche de surface au filet d'Apstein est aussi riche en Diatomées par un temps ensoleillé que par un temps couvert.

La protection pourrait être assurée par le développement d'un pigment particulier. Un pigment de ce genre ne s'observe pas chez les Diatomées planctoniques. Je dois faire ressortir, au contraire, un phénomène inverse : c'est un fait très général que les espèces les plus franchement planctoniques, *Asterionella gracillima, Melosira ambigua, Fragilaria crotonensis*, ont une pigmentation très faible, caractérisée en outre par une réduction relative du pigment associé : leur couleur est vert-jaune pâle, quand elles ne sont pas presque incolores, tandis que les espèces benthiques possèdent un endochrome intensément coloré et riche en pigment brun. Il est naturel de voir dans cette réduction générale du pigment chez les Diatomées planctoniques une adaptation à un excès de luminosité.

Calcaire.

Pour Kolbe [78, *p. 279*], l'influence du calcaire est douteuse; « Sans vouloir à priori, dit-il, mettre hors de question la possibilité de l'existence de certaines espèces calciphiles, je ne pense pas que l'influence du facteur Ca sur la flore diatomique puisse être démontrée »; mais il ajoute (p. 280) : « Un fait est frappant, c'est la pauvreté relative en individus et en espèces de la flore diatomique de la plupart des eaux des terrains calcaires. »

D'après Hustedt [74, *p. 46*], on ne doit considérer aucune espèce comme calciphile, mais, par contre, un certain nombre sont nettement calcifuges, (*Melosira, Eunotia, Pinnularia,*

Ceratoneis, Frustulia); celles qui se rencontrent spécialement en milieu calcaire, doivent être considérées comme moins incommodées par un excès de chaux. Il dit encore [74, *p. 103*] : « Un excès de calcaire nuit d'une façon générale au développement des Diatomées et entraîne la destruction rapide de la silice des frustules morts. »

Cependant, il ressort de mes diverses récoltes qu'un certain nombre d'espèces font absolument défaut dans les terrains siliceux et se rencontrent, d'une manière assez constante, dans les milieux calcaires (st. 34, 35, 47, 48). Ces espèces sont les suivantes : *Fragilaria pinnata, Eucocconeis flexella, E. lapponica, Mastogloia Smithii, Navicula oblonga, Cymbella microcephala, C. Cesatii, C. parva, C. tumidula, Rhopalodia gibba, R. parallela.* On est donc tenté d'appliquer à ces espèces le terme de calciphiles. Il en serait alors pour les Diatomées comme pour les plantes supérieures, dont les unes, selon la théorie de Mlle Robert [125, *p. 147*], ont une grande capacité d'absorption de la chaux, de sorte qu'un milieu trop riche en calcaire leur est nuisible : ce sont les espèces calcifuges; les autres, au contraire, ont une faible capacité d'absorption de la chaux, un milieu trop siliceux leur en fournit une quantité insuffisante, ce sont les espèces calciphiles. Les stations que j'ai pu étudier, il est vrai, ne sont pas d'une teneur exagérée en calcaire, puisque la dose la plus élevée en chaux qui m'a été fournie est celle des différentes sources de la carrière des Fours à chaux d'Angers (st. 47, 48) et n'est que de 0 gr. 226 par litre (en Ca 0).

A côté de ces espèces rencontrées uniquement en milieu calcaire, un certain nombre d'autres semblent réclamer un minimum de chaux. D'après Gemeinhardt [63, *p. 40*], c'est le cas des *Synedra.* Il me semble que c'est également celui de *Navicula gracilis* et de *N. radiosa* v. *tenella*, qui font complètement défaut dans les ruisseaux dont l'eau ne contient que 0 gr. 029 de Ca O par litre (st. 4, 5, 8, 9, 11), alors qu'elles sont communes dans les ruisseaux où la teneur atteint 0 gr 06 (st. 1, 2, 3); elles sont particulièrement abondantes dans les cours d'eau des terrains calcaires, la Sarthe par exemple. Ceci concorde avec l'opinion de Krasske [83, *p. 115*], qui considère *Navicula gracilis* comme calciphile.

Je crois donc qu'il est difficile de nier l'influence du cal-

caire. Si l'on peut affirmer, avec HUSTEDT, qu'il y a certainement des espèces calcifuges, il n'est pas impossible non plus que certaines espèces réclament une dose élevée de calcaire pour leur développement; mais il est difficile d'affirmer actuellement quelles sont ces espèces, car les indications des auteurs ne sont pas toujours concordantes.

pH.

Le pH d'une eau est lié à sa composition chimique; les principaux éléments qui font varier ce facteur sont : le calcaire, les matières organiques, le gaz carbonique; il est très difficile de dire si les espèces particulières à une eau d'un pH donné recherchent une certaine concentration en ions H ou les éléments nutritifs qui sont la cause de cette concentration. Voici quelques faits :

1. — Les eaux douces qui ont un pH élevé (8) sont les eaux calcaires ou les eaux chargées de matières organiques d'origine animale, contenant une quantité notable de produits ammoniacaux. Or ce sont, au point de vue biologique, des milieux essentiellement différents qui ne renferment pas les mêmes espèces : il semble donc bien qu'il s'agisse ici d'une question de composition du milieu plutôt que de réaction ionique.

2. — Les eaux les plus acides, dont le pH peut descendre jusqu'à 4,6, sont les eaux des tourbières et, en général, de tous les milieux où se trouvent des végétaux en décomposition (st. 24, 25, 38, 39, 40, 41); ce sont aussi les plus pauvres en calcaire; les eaux des tourbières de l'Anjou que j'ai étudiées ont un degré hydrotimétrique compris entre 3 et 5. On peut alors se demander si le facteur déterminant est le pH, la présence de matières organiques, ou l'absence de chaux.

3. — Les eaux salées et saumâtres, en particulier l'eau de mer, contiennent toujours une notable proportion de carbonate de chaux et ont un pH élevé; elles ne peuvent toutefois être comparées aux eaux douces contenant une dose égale de calcium, car la présence de métaux alcalins K, Na, diminue la toxicité du calcium, selon les données actuelles concernant les solutions équilibrées. Or j'ai trouvé réunies aux Fours à chaux d'Angers, dans un suintement (st. 47) et dans plu-

sieurs trous d'eau, trois espèces nettement halophiles, *Synedra affinis*, *Mastogloia Smithii* et *Navicula halophila;* l'eau de cette localité ne contient que 0 gr. 10 de Na Cl par litre. Ce dernier fait tendrait donc à prouver que le pH est ici le facteur écologique déterminant et que la présence, dans les eaux douces, de certaines espèces dites halophiles serait due à ce que les eaux douces en question se rapprochent de l'eau de mer, non par leur salure, mais par leur pH; ou encore que ces espèces prétendues halophiles ne sont pas des formes d'eau salée, mais des formes exigeant un pH élevé. Pour le démontrer d'une façon catégorique, il faudrait réaliser différents milieux à pH élevé, mais à salure variée, d'une part, des milieux à salure notable et constante et à pH varié, d'autre part, et suivre le comportement des espèces en question dans ces différents milieux.

Matières organiques.

J'ai distingué deux sortes de milieux riches en matières organiques : ceux dont les matières organiques sont d'origine animale (st. 18, 19, 20, 21, 22, 23), avec une dose appréciable de composés ammoniacaux, à pH élevé, atteignant parfois 9, et ceux dont les matières organiques sont d'origine végétale (st. 24, 25; tourbières : st. 38, 39, 40, 41), avec un pH très faible, de 4,6 à 6 environ. Les flores de ces deux types sont très différentes. Ainsi que je l'ai fait remarquer à propos du pH, il est difficile de décider si c'est le pH ou si c'est la teneur en matières organiques qui constitue le caractère principal d'un tel milieu; d'autre part ces eaux souillées sont aussi très pauvres en oxygène. Il est vraisemblable que l'ensemble de tous ces facteurs contribue à créer un milieu biologique particulier, auquel certaines espèces semblent parfaitement adaptées.

Kolkwitz et Marsson [79 *p. 505*] distinguent, à ce point de vue différents types : oligosaprobe, mésosaprobe faible, mésosaprobe fort, polysaprobe, suivant leurs affinités pour des eaux plus ou moins riches en matières organiques, mais sans spécifier de quelle nature sont ces matières organiques, animales ou végétales. Les places assignées aux diverses espèces par Kolkwitz et Marsson ne s'accordent pas toujours

d'ailleurs avec mes observations : c'est ainsi que *Navicula dicephala* est placé parmi les oligosaprobes, alors que je ne l'ai rencontré en abondance que dans un milieu très souillé (st. 18), à côté de *Hantzschia amphioxys* et *Nitzschia Kutzingiana f. terrestris* (= *N. Palea*), rangés par K. et M. dans les mésosaprobes forts; en réalité même, ces dernières espèces se rencontrent, ainsi que *Pinnularia microstauron* v. *Brebissonii*, à côté d'*Euglena viridis*, qu'ils considèrent, à juste titre, comme polysaprobe.

Dessication.

J'ai attaché une importance primordiale à ce facteur : les stations qui se dessèchent complètement pendant certaines périodes de l'année ont une flore nettement différente de celles qui sont dans un état d'humidité constante ; c'est pourquoi j'ai distingué les ruisseaux qui ne tarissent jamais (st. 1 à 13) des petits ruisselets, fossés ou ornières, qui ne sont que des petites masses d'eau temporaires (st. 14 à 25). Il est donc vraisemblable de penser, ainsi que je l'ai fait remarquer, que les espèces de ces eaux temporaires sont capables de conserver, pendant la période de dessication, un pouvoir de réviviscence : Beger [16] a distingué également, dans les rochers suintants et les mousses, un type xérotique, peu humide, et un type mésophile, très mouillé.

Pour Kolbe [78, *p. 301*] peu d'espèces sont adaptées à la dessication; il fait remarquer, d'ailleurs, que les Diatomées ne présentent pas d'appareil protecteur; leur résistance semble provenir d'une propriété spéciale de leur protoplasme.

La formation de *valves internes* a été indiquée comme étant en corrélation avec la concentration en sels du milieu et l'évaporation [Mueller, 100, *p. 282*] ; vraisemblablement cette règle n'est pas générale, car j'ai signalé (st. 25) de nombreuses valves internes dans des frustules d'*Eunotia pectinalis* (forme *Soleirolii*), sans que la dessication ait pu entrer en ligne de compte. D'ailleurs, les espèces des rochers peu humides (type xérotique) n'en présentent jamais; ce sont même souvent des formes très délicates, telles que *Navicula contenta*.

Agitation.

L'agitation du milieu, qu'elle provienne du courant violent d'un cours d'eau à forte pente, ou des vagues provoquées par le vent sur une surface d'eau assez étendue, a pour principal effet, au point de vue biologique, d'augmenter la teneur en oxygène de cette eau. C'est donc à un plus grand besoin d'oxygène que répondrait la préférence de certaines espèces, telle *Navicula viridula*, pour les eaux vives. Il est difficile d'admettre cependant que, dans un ruisseau par exemple, l'eau d'une partie calme soit moins oxygénée que celle d'un rapide situé à quelques dizaines de mètres en amont; or les flores de ces deux parties sont différentes (st. 4, 5 et 9).

Budde [30, *p. 485*] estime que les biotopes lénitiques (eaux calmes) sont beaucoup moins définis que les biotopes lotiques (eaux vives) : j'ai montré que, dans un même ruisseau, ces deux types de flores pouvaient être nettement individualisés.

Au point de vue de l'effet de l'agitation du milieu sur le port des différentes colonies de Diatomées, j'ai montré, au chapitre précédent, que la relation de cause à effet entre ces deux phénomènes était extrêmement peu évidente.

QUATRIÈME PARTIE

Catalogue systématique des espèces

Un certain nombre d'espèces rencontrées au cours de mes recherches n'ont pu être mentionnées dans la première partie de cet ouvrage, où je n'ai décrit que des stations types, renfermant des associations caractéristiques de Diatomées. De plus, je n'ai pu insister sur l'écologie de chaque espèce en particulier, qui peut d'ailleurs se rencontrer dans des milieux différents. Il est donc nécessaire de passer en revue toutes les espèces rencontrées et de noter, à propos de chacune d'elles, son milieu d'élection.

Les variations de forme observées dans les populations abondantes d'une même espèce et l'intérêt que peuvent présenter ces variations, au triple point de vue écologique, morphologique et systématique, seront envisagées pour diverses espèces.

J'ai inclus, dans cette énumération, quelques espèces que je n'ai pas récoltées moi-même, mais que d'autres chercheurs du Laboratoire de la Faculté Libre des Sciences d'Angers ont trouvées dans la région et qui m'ont semblé dignes d'intérêt. Cette partie du travail constituera ainsi un catalogue de Diatomées de l'Anjou et du Bas-Maine, complétant la publication faite en 1931 par l'Abbé Bioret [25]. Un tableau récapitulatif résume cette partie du mémoire.

L'ordre systématique adopté est celui du « *Süsswasserflora* » de Hustedt [76]. Il en est de même pour les dénomi-

nations. Dans l'orthographe des noms de genre et d'espèce, j'ai suivi le *Sylloge Algarum* de DE TONI. A propos de chaque espèce, j'ai cité les stations où l'espèce figure en quantité notable.

CENTRIQUES

MELOSIRA Agardh.

Au genre *Melosira* appartiennent des espèces qui affectionnent les milieux les plus divers : plancton, rives des cours d'eau, rochers suintants, etc...

Melosira varians Agardh. — C'est une des espèces les plus abondantes de la région (st. 1, 2, 26, 27, 28, 29, 31, 32). Elle vit normalement fixée par l'extrémité de ses filaments aux rives des grands cours d'eau, aux pierres du fond des ruisseaux (st. 1, 2), aux macrophytes ou aux objets flottants (st. 26, 27, 28, 29, 31, 32). L'ensemble des filaments forme souvent de longues traînées, ondulant au fil de l'eau. Elle réalise le type semi-planctonique. D'ailleurs, elle constitue, par moments, un élément important du plancton de nos rivières, lors des crues qui l'arrachent à ses supports : ce qui change peu son mode de vie, car elle continue à se développer et à se multiplier; la formation des auxospores est fréquente dans le plancton. Il n'en est pas moins vrai que c'est une espèce normalement benthique.

Une étude détaillée de l'écologie de *M. varians* a été faite par SCHMIDT [130], dont les résultats concordent avec ce que j'ai pu observer en Anjou : cette espèce ne se rencontre jamais en eau stagnante, il lui faut une eau suffisamment oxygénée et ne comportant pas un excès de matières organiques. SCHMIDT a recherché expérimentalement les limites de température entre lesquelles se produit le développement de *M. varians* : d'après lui, ce développement a lieu seulement entre 10 et 20°. Il me semble que, dans la nature, la Diatomée n'est nullement gênée par une température inférieure à 10°, car c'est surtout un organisme de la fin de l'hiver et du printemps; son développement commence alors que la température moyenne de nos rivières et de nos ruisseaux est de 5° environ.

Melosira ambigua (Grun.) O. Müll. — Espèce strictement planctonique; c'est, avec *Asterionella gracillima;* l'élément le plus important du plancton vrai de nos rivières et de nos grands étangs. — Elle s'y développe toute l'année et l'élévation de la température ne nuit pas à son développement, à l'inverse de *M. varians;* elle constitue souvent l'élément dominant du plancton en plein été dans une eau à 25°. Ses auxospores sont beaucoup plus rares que celles de *M. varians.*

Elle prête facilement à confusion avec une espèce voisine, *M. italica* (Ehr.) Ktz., qui est considérée comme littorale, c'est-à-dire benthique. *M. italica* fait complètement défaut en Anjou; tous les échantillons que j'ai pu examiner se rapportent à *M. ambigua;* dans de nombreuses contributions floristiques qui ont précédé la mise au point de Hustedt [75] (1), il est fort probable que ce qui a été appelé *M. italica* doive être rapporté à *M. ambigua.*

Melosira granulata (Ehr.) Ralfs. — C'est encore une forme planctonique très souvent mêlée à la précédente, en général en faible proportion, dans les grands cours d'eau; elle est dominante dans l'étang de Serrant près de St-Georges-sur-Loire. Elle est très polymorphe et presque toujours accompagnée par sa variété *angustissima* O. Müll., avec laquelle elle présente toutes les formes de passage. La formation d'auxospores est plus rare encore que pour *M. ambigua.*

Melosira Roeseana Rabh. — L'habitat de cette espèce est totalement différent de celui des précédentes; elle se rencontre exclusivement sur les rochers suintants (st. 42, 49) peu humides et asséchant facilement : c'est donc une espèce subaérienne, appartenant au type xérotique de Beger.

Melosira arenaria Moore. — Les auteurs ont attribué à cette espèce les habitats les plus divers. Pour West [145, *p. 423*], Hustedt [76, *p. 95*], c'est une forme des rochers suintants; pour Lauterborn [89, *p. 495*] et le Roux [91, *p. 263*], elle se rencontre dans la région profonde des grands lacs : le

(1) Hustedt F. — Die europäischen Süsswasserarten der Gattung Melosira Ag. — *Verh. Intern. Ver. Limnologie, 3, 1927.*

Hustedt F. — Kritische Bemerkungen zu dem Aufsatz von Dr H. Bethge : Melosira und ihre Planktonbegleiter. — *Arch. f. Hydr., 18, 1927.*

premier l'a rencontré en longues files sur *Chara* et *Nitella*, entre 12 et 15 mètres de profondeur, dans le lac de Constance; le second, sur la boue, entre 30 et 40 mètres, dans le lac d'Annecy; pour PELLETAN [109, *p. 199*] et COZETTE [53, *p. 326*], elle vit parmi les mousses bordant les ruisseaux sableux; pour NAMYSLOWSKI [101, *p. 161*], c'est une forme des étangs à fond calcareux; enfin pour BRUTSCHY [29, *p. 115*], c'est un habitant typique des boues de la rive avec les *Epithemia*; HUSTEDT [74, *p. 106*] donne aussi un habitat analogue, dans la région des rives protégées contre l'agitation par les *Phragmites*. En Anjou, on la rencontre en faible quantité dans le plancton de la Loire, de la Maine et de l'Etang St-Nicolas; dans le plancton de la Maine, elle semble provenir de la Sarthe, où elle est plus commune que dans la Mayenne, ce qui semblerait indiquer une affinité calcaire. Malgré des explorations assez étendues, je n'ai pu trouver le véritable lieu de développement de cette espèce, qui ne semble pas planctonique; j'en ai trouvé récemment (10 Février 1935) en quantité notable sur des tonneaux de corps morts, sur la Maine, parmi des filaments de *Melosira varians*, mais tous les filaments sans exception étaient vides, bien que *M. varians* fût en pleine végétation.

CYCLOTELLA Ktz.

Le genre *Cyclotella* comprend des espèces strictement planctoniques; mais, parmi celles qui se rencontrent dans la région, aucune ne peut être considérée comme telle; je les ai toutes rencontrées à l'état benthique : ce sont des Diatomées planctoniques facultatives.

Cyclotella Kutzingiana Thwaites. — Assez rare dans le plancton de nos cours d'eau, je ne l'ai rencontrée en abondance que dans une station essentiellement calcaire (anciennes carrières de faluns vindoboniens, st. 35), où elle est très commune à l'état benthique sur des plantes submergées (*Chara fragilis*, *Alisma Plantago*). Je ne serais donc pas éloigné de croire que cette espèce réclame une certaine quantité de calcaire pour son développement. En tout cas, elle supporte parfaitement un excès de chaux et peut être considérée comme calciphile.

Cyclotella Meneghiana Ktz. - - C'est l'espèce la plus commune du genre; elle est parfois extrêmement abondante sur les macrophytes des grands cours d'eau (Mayenne, Maine, etc...), en particulier sur les *Nuphar, Nymphoea* et *Myriophyllum* (st. 31). On la rencontre aussi, mais plus rarement, sur la boue du fond des cours d'eau (st. 9).

Cyclotella stelligera Cl. et Grun. — Je ne l'ai rencontrée qu'une fois, en abondance, sous des feuilles de *Nuphar luteum,* dans la Mayenne (st. 31.) Son apparition dans la station, que je suivais régulièrement, m'a paru subite et sa végétation a été de courte durée. Elle est rare dans le plancton et doit être considérée comme un élément infidèle de la flore diatomique de la région.

Cyclotella ocellata Pant. — C'est une espèce considérée comme rare par les auteurs. Je ne l'ai rencontrée également qu'une seule fois, mais en quantité importante, englobée dans la gelée qui agglomère les pédoncules et les frustules de *Gomphonema olivaceum,* sur les pierres d'un ruisseau en eau rapide, où ce *Gomphonema* formait une végétation extrêmement abondante. Espèce nouvelle pour la flore française.

Cyclotella Comta (Ehr.) Ktz. — Elle se trouve communément à côté de *C. Meneghiana* sur les macrophytes des grands cours d'eau. HUSTEDT [42, *p. 103*] la considère comme pélagique; néanmoins, en Anjou, elle se rencontre souvent fixée et le plancton n'en renferme pas une plus forte proportion que de *C. Meneghiana;* elle est même moins constante que cette dernière dans le plancton de la Loire, d'après DES CILLEULS [42, *p. 58*]. Elle figure en quantité appréciable dans la flore d'un suintement calcaire (st. 47) : la présence en ce milieu d'une forme pélagique est donc pour le moins surprenante.

Cyclotella glomerata Bachmann ? — Cette espèce signalée dans la Loire par DES CILLEULS [42, *p. 114-117*] se rapproche beaucoup de l'espèce de BACHMANN, bien que l'identification ne soit pas complète d'après BACHMANN lui-même. L'organisme dont il s'agit ici est bien le même que celui de la Loire, les échantillons ayant été confrontés.

Elle forme, par périodes, l'élément dominant du plancton de la Loire (Juin 1925 et Juin 1926). Mais DES CILLEULS l'a

rencontrée aussi fixée en amas gélatineux très apparents, formant de petites masses, grosses comme des têtes d'épingles, à la face inférieure de feuilles de *Polygonum amphibium* (juin 1927). Or, à la même époque, je l'ai récoltée dans des conditions identiques, sous des feuilles de *Nuphar luteum*, dans la Mayenne, sans qu'elle soit jamais apparue dans le plancton de cette rivière, étudié par un élève du laboratoire, M. BATARD [15]. En admettant que cette espèce soit à ranger auprès de *C. glomerata* Bachm. et de *C. lucernencis* Bachm., elle ne serait donc pas exclusivement pélagique, comme le sont ces dernières.

STEPHANODISCUS Ehr.

Stephanodiscus Astraea (Ehr.) Grun. — Très rare dans la région, je ne l'ai rencontré qu'à l'état isolé; il m'a été signalé abondant une seule fois par M. BIGEARD, qui l'a récolté dans le plancton du petit étang du Jardin botanique de Tours, mêlé à *Melosira granulata*.

Stephanodiscus Hantzschii Grun. — Plus répandu que le précédent, il se trouve à côté de *Cyclotella Meneghiana* et *C. Comta* sur les macrophytes et facultativement dans le plancton. Il atteint souvent un développement assez important dans les masses d'eau des terres inondées où il est vraisemblablement à l'état planctonique et littoral à la fois [DES CILLEULS, 42, *p. 94;* WOLOSZYNSKA 145].

Attheya Zachariasi Brun. — Je n'ai pas rencontré moi-même cette espèce, qui a été signalée dans le plancton de l'Etang St-Nicolas par mon Maître M. BIORET [23, *p. 17*]. Elle se remarque donc pas sa grande inconstance, puisqu'elle n'est apparue qu'une seule fois abondante (Juin 1925) en 5 ans. Elle n'a été signalée nulle part ailleurs dans la région.

PENNÉES

I. — *ARAPHIDINEES*

TABELLARIA Ehr.

Les *Tabellaria* et les *Diatoma*, avec leurs colonies en zigzag, se rattachent, comme les *Melosira*, au type semi-planctonique, adapté à la flottaison. Néanmoins, leur écologie diffère

par leur comportement vis-à-vis de la teneur de l'eau en matières organiques ou en oxygène.

Tabellaria flocculosa (Roth) Ktz. — Cette espèce se rencontre surtout dans les eaux dystrophes, c'est-à-dire dans les eaux à pH nettement acide, chargées de matières organiques provenant de végétaux en décomposition, les eaux des tourbières par exemple. Dans la flore des tourbières, j'ai distingué deux types d'associations : le type à dominance de *Pinnularia* et le type à dominance d'*Eunotia*. C'est plutôt dans ce dernier type que *T. flocculosa* est abondante. (st. 38 à 41). Elle est également abondante, en fin de saison, sur les macrophytes en décomposition, dans les étangs ou les cours d'eau très calmes; elle se trouve alors mêlée en général à l'espèce suivante, *T. fenestrata* (st. 30). — Je l'ai observée une seule fois en eau vive sur les pierres d'une cascade (st. 6), abondante, mêlée à *Diatoma elongatum;* mais, jusqu'à nouvel ordre, je considère ce fait comme une exception, car l'année suivante, à la même époque et dans les mêmes conditions, ces deux espèces avaient presque complètement disparu.

Tabellaria fenestrata (Lyngb.) Ktz. — Hustedt [76, *p. 123*] considère que l'écologie de cette espèce est nettement différente de la précédente : pour lui, c'est une forme littorale ou planctonique. West [141, *p. 437*] la mentionne également comme planctonique. Cependant, dans la région, elle accompagne presque toujours *T. flocculosa* dans les tourbières : elle y est certainement plus rare, mais sur les macrophytes elle est aussi fréquente (st. 30). Dans la chute d'eau signalée plus haut (st. 6), elle accompagnait aussi *T. flocculosa* en faible proportion. Quant au plancton de la région, il en renferme très peu : d'après des Cilleuls [42, *p. 58*], *T. fenestrata* est même plus rare que *T. flocculosa* dans la Loire. La variété *asterionelloides* Grun. n'a jamais été rencontrée. Le lieu de développement de cette espèce, dans l'Ouest de la France, semble donc être surtout les plantes submergées, en fin de saison.

D'après Bachmann [14, *p. 70*], *T. fenestrata* et *T. flocculosa* ne constitueraient que deux formes d'une même espèce, entre lesquelles on trouverait tous les passages. L'observation de la station 30 montre cependant que ces deux formes peuvent

être mêlées en grande abondance, sans présenter aucun type intermédiaire.

Diatoma De Candolle

Diatoma vulgare Bory. — L'écologie de *D. vulgare* présente de grandes analogies avec celle de *Melosira varians* : espèce semi-planctonique par son mode de fixation, souvent arrachée au support, réclamant une eau courante suffisamment oxygénée. Toutefois, son développement est un peu plus tardif : c'est plutôt une espèce de printemps qu'une espèce hivernale. Elle est fréquente sur les objets flottants (st. 27) et plus spécialement sur les filaments de *Cladophora* (st. 36), rare en eau très vive (st. 6). Elle est assez rarement accompagnée de sa variété *linearis* Grun.

Diatoma elongatum Agardh. — Très souvent mêlé à *D. vulgare* sur les plantes des rives et les objets flottants, également assez fréquent dans le plancton; mais, à l'encontre de l'espèce précédente, ne provient pas toujours de la région littorale : il fait très souvent partie du plancton proprement dit, en particulier dans la période hivernale, dans l'Etang St-Nicolas et la Maine, lorsque cette dernière présente un régime de basses eaux à cette époque de l'année. Il est à remarquer que les *Cladophora*, signalés pour leur richesse en *D. vulgare*, ne portent jamais de *D. elongatum*, du moins en grande quantité. Le développement intensif de cette espèce dans une cascade (st. 6) me semble un fait exceptionnel. Cependant Comère [52, *p. 125*] signale que les associations à *Diatoma hiemale*, qui manque en Anjou, sont abondantes en hiver dans les torrents des Pyrénées.

La variété *tenuis* (Ag.) Ktz. accompagne quelquefois l'espèce.

Meridion Agardh

Meridion circulare Agardh. — Malgré la disposition des frustules en colonies circulaires, ce qui semble un dispositif adapté à la flottaison, *M. circulare* n'est aucunement planctonique. On le rencontre surtout en hiver, en eau indifféremment morte ou courante, dans des petits ruisseaux ou fossés asséchant facilement (st. 14) : c'est donc une espèce

qui supporte bien la dessication. Elle supporte également très bien un excès de matières organiques d'origine végétale (st. 24, 25).

En eau courante, les colonies sont retenues par un mucus général très peu apparent, dont les contours ne peuvent même pas être mis en évidence par l'encre de Chine. Parfois aussi on rencontre des frustules isolés, ou accolés par deux, fixés directement sur le support par l'extrémité la plus étroite, à la manière d'un *Gomphonema* sessile.

Centronella Voigt.

Centronella Reicheltii Voigt. — Je l'ai rencontrée une seule fois dans le plancton de l'Etang de Serrant, à St-Georges-sur-Loire, près d'Angers, lors d'une pêche faite le 9 juillet 1929 : elle s'y trouvait en petite quantité et pouvait facilement passer inaperçue au milieu d'une grande quantité d'*Asterionella gracillima*. A ma connaissance, c'est la seconde fois seulement que cette espèce est signalée en France. La première mention en fut faite par Lefèvre [90, *p. 689*] en 1925, dans le nord de la France. Sa présence dans l'étang de Serrant, dont l'eau est fortement chargée de matières organiques [Bigeard, 22, *p. 162*] est bien en accord avec l'opinion de Utermohl, mentionnée par Bennin [19, *p. 573*].

Cette espèce planctonique serait à rechercher dans le plancton à *Asterionella*, car elle se trouve ordinairement [Hustedt, 76, *p. 134*] en petite quantité, masquée par cette dernière, dont elle présente à peu près les mêmes dimensions et le même aspect.

Fragilaria Lyngbye

Fragilaria crotonensis Kitton. — Hustedt ne signale pas cette espèce comme planctonique; c'est pourtant son mode de vie normale dans notre région : je la considère comme typiquement planctonique dans nos cours d'eau et nos grands étangs, au même titre qu'*Asterionella gracillima*. Comme un certain nombre de Diatomées planctoniques (*Melosira ambigua, M. granulata*), elle est plus abondante en été; mais on la rencontre en toutes saisons, lorsque les cours d'eau ne sont pas troublés par les crues.

Fragilaria capucina Desmazières. — C'est le type des espèces indifféremment planctoniques ou littorales. Très abondante dans la région, on la rencontre aussi bien dans les fossés (st. 25) que sur des rochers suintants (st. 43), sur les macrophytes des grandes masses d'eau (st. 26, 28, 29, 31, 33) ou dans le plancton de nos rivières, en particulier en périodes froides dans l'Etang St-Nicolas, près d'Angers, où elle constitue parfois l'organisme dominant. Son écologie est donc très large, néanmoins, elle ne supporte pas les eaux chargées de matières organiques d'origine animale.

Fragilaria intermedia Grun. — Peu abondante dans la région, épiphyte.

Fragilaria construens (Ehr.) Grun. — Toutes les variétés et formes de cette espèce très polymorphe sont, comme la précédente, essentiellement littorales et plus spécialement épiphytes (st. 28, 29, 31, 32).

Fragilaria pinnata (Ehr.) — Cette espèce est beaucoup moins commune dans la région que les précédentes; elle se rencontre sur le même genre de supports : mais, d'après sa distribution en Anjou, elle semble localisée dans les stations calcaires (st. 34, 35) et fait complètement défaut dans les terrains schisteux.

Fragilaria virescens Ralfs. — Cette espèce est surtout abondante dans les tourbières de notre région; ailleurs elle est rare et isolée. J'ai rencontrée cependant, sur un rocher suintant (st. 46), la variété *elliptica*, qui constituait l'organisme dominant.

Asterionella Hassall.

Asterionella gracillima (Hantzsch) Heiberg. — C'est l'espèce la plus typiquement planctonique de la région : elle est très souvent accompagnée par *Melosira ambigua*. On la rencontre toute l'année dans les grands étangs et les cours d'eau importants (Mayenne, Maine, Loire, Etang St-Nicolas); mais elle est toujours plus abondante de mai à octobre pendant la période exempte de crues; elle est en effet très sensible à l'argile en suspension dans l'eau : une crue qui survient pendant une période de plein développement de cette espèce

la fait complètement disparaître. De plus, dans l'Etang St-Nicolas, son développement se trouve entravé en Septembre et Octobre par une Cyanophycée, *Aphanizomenon Flos aquae* Bréb., qui apparaît régulièrement chaque année à cette époque et qui semble s'opposer nettement au développement de l'*Asterionella*. Dès que les gelées ont fait disparaître l'*Aphanizomenon*, le développement d'*Asterionella* reprend [BIORET. 23, *p. 28*].

SYNEDRA Ehr.

Dans une monographie du genre *Synedra*, GEMEINHARDT [63] étudie l'écologie des différentes espèces. Pour lui, un certain nombre sont véritablement planctoniques, en particulier *S. Acus;* d'autres sont fixées sur des macrophytes ou divers objets des rives. Une teneur minima en calcaire et un pH égal ou supérieur à 7 sont nécessaires au développement des *Synedra*. Mes observations cadrent avec ces données; mais, des différentes espèces que nous possédons en Anjou, une seule forme est planctonique, c'est la variété *angustissima* de *S. Acus*, qui est d'ailleurs peu abondante.

Synedra Ulna (Nitzsch) Ehr. — Cette espèce, très abondante et très répandue, vit toujours fixée par une extrémité aux macrophytes, aux Algues ou tous autres objets, mais de préférence sur les supports filamenteux, tels que *Cladophora*, petites racines, etc., où elle forme des touffes sphériques. Elle supporte bien la dessication et se rencontre très fréquemment dans les fossés qui assèchent très longtemps et sur les rochers suintants (st. 14, 43, 45, 47). Mais on ne la rencontre jamais dans les fossés à eau croupissante : elle réclame une eau courante et propre. Ceci vient à l'encontre de l'opinion de HUSTEDT [76, *p. 154*], qui la considère comme mésosaprobe forte, mais concorde avec celle de GEMEINHARDT [63, *p. 72*] qui en fait une espèce oligosaprobe ou mésosaprobe faible. C'est ainsi qu'elle existe toute l'année en abondance sur l'amenée d'eau qui alimente le bassin du Jardin botanique de l'Ecole de Médecine d'Angers, l'eau de Loire filtrée contenant moins de 2 mg. de matières organiques par litre.

Je n'ai pas rencontré dans la région les nombreuses variétés de *S. Ulna*, en dehors de la varité *oxyrhynchus*, qui se trouve parfois mêlée en petite quantité à l'espèce.

Synedra capitata Ehr. — Beaucoup plus rare que *S. Ulna* dans la région, elle fait complètement défaut dans les terrains siliceux de la Mayenne; elle se rencontre plus fréquemment en milieu calcaire. J'ai donc pensé qu'elle exigeait plus de calcaire que *S. Ulna;* mais sa présence dans l'Etang St-Nicolas, près d'Angers, dans une région de schistes ardoisiers, ne semble pas confirmer cette hypothèse.

Synedra Acus Ktz. — Je rattache à *S. Acus* la forme provenant d'un fossé à eau courante (st. 14), bien que sa longueur soit un peu faible (80 μ). Il s'agit probablement d'une forme de passage selon le point de vue de GEMEINHARDT : pour lui, en effet, *S. Acus* est planctonique et les formes fixées, signalées par HUSTEDT, sont des formes intermédiaires entre *S. Ulna* et *S. Acus*. Cependant, je tiens à faire remarquer que, dans la récolte dont il est question ici, je n'ai observé aucun terme de passage entre les deux espèces.

La variété *radians* (Ktz.) Hust. est rare. J'ai mentionné sa présence sur des pédoncules d'un Acinetien (st. 37).

La variété *angustissima*, qui est strictement planctonique, est peu répandue.

Synedra rumpens Ktz. — Cette espèce très polymorphe est très abondante dans quelques stations, en particulier sur les pierres de quelques ruisseaux à eaux vives, où elle est fixée en touffes très fournies sur les Algues filamenteuses (st. 6) ou sur des tubes muqueux de Diatomées (st. 7).

La variété *fragilarioides* Grun., très facile à confondre avec *Fragilaria intermedia*, se trouve en petites quantités sur des macrophytes dans les mêmes conditions.

Synedra affinis Ktz. — Cette espèce est plutôt une forme d'eau salée au saumâtre. Je l'ai rencontrée une seule fois dans la région, dans un trou d'eau des Fours à chaux d'Angers, en eau fortement minéralisée par conséquent, mais non chlorurée; elle formait des touffes très abondantes sur des filaments d'Oscillaires.

Synedra pulchella Ktz. — Cette espèce, qui est une forme halophile comme la précédente, a une très large répartition en Anjou, en particulier sur les macrophytes et les pierres des ruisseaux à eau vive (st. 6, 29, 31); mais elle se

trouve mêlée aux autres espèces et jamais en grande quantité. Elle forme toujours des colonies flabelloides, dans lesquelles les individus sont accolés par la base de la valve.

Synedra Vaucheriae Ktz. — Parfois très abondante, mêlée à sa variété *capitellata* Grun., sur les pierres des chutes d'eau, des ruisseaux à eau vive et des fossés à eau courante (st. 6, 28).

Synedra parasitica W. Sm. — Les grands frustules de *Nitzschia sigmoïdea* sont très souvent garnis de cette espèce, mêlée à sa variété *subconstricta* Grun. Je ne l'ai jamais rencontrée sur un autre support (st. 1, 13).

Eunotia Ehr.

Les *Eunotia* sont, avec les *Pinnularia*, les organismes les plus caractéristiques des eaux stagnantes à pH faible (de 4,5 à 6,5) et chargées de matières organiques d'origine végétale : tourbières, fossés, étangs tourbeux. On rencontre assez fréquemment certaines espèces sur les rochers suintants. Les *Eunotia* font complètement défaut en eau vive et pure. Certains types ont leurs frustules accolés en rubans (ancien genre *Himantidium*); d'autres ont les frustules séparés et, dans ce cas, ils peuvent se fixer par une extrémité à la façon des *Synedra*.

Eunotia robusta Ralfs v. *tetraodon* (Ehr.) Ralfs. — Cette variété est la seule que j'ai rencontrée; l'espèce est d'ailleurs considérée comme nordique. Je ne lui connais qu'une seule station (st. 30), dans un étang tourbeux à pH voisin de 6, sur *Potamogeton natans* en décomposition.

Eunotia Arcus Ehr. — Espèce rare en Anjou. Je l'ai récoltée dans un étang à fond de calcaire lacustre (st. 34) et dans une carrière de faluns (st. 35), ce qui correspond à l'opinion de Hustedt, qui la considère comme calciphile. Cependant, elles existe aussi dans une tourbière (st. 41) à pH très faible, très pauvre en calcaire.

Eunotia exigua (Bréb.) Grun. — Egalement peu répandue; je l'ai rencontrée en petite quantité, associée à *E. robusta* v. *tetraodon*, sur *Potamogeton* (st. 30); sa variété *bidens* Hust.

a été récoltée dans un suintement de rocher (st. 44), avec *Pinnularia borealis* et *P. subcapitata*.

Eunotia pectinalis (Ktz.) Rabh. — C'est l'espèce la plus abondante de tous les *Eunotia* de la région, dans les tourbières(st. 39, 40, 41), certains suintements très humides (st. 43) et surtout dans les petits fossés à eau stagnante (st. 25); les bandes de frustules forment parfois, au début du printemps, des masses considérables.

L'espèce est très polymorphe et peut présenter, dans une même station, les dimensions les plus diverses, ainsi qu'en témoignent les figures de la planche IV, qui ont été prises dans la même préparation.

Les formes à valves internes (var. *Soleirolii* Ktz.) sont extrêmement fréquentes et peuvent se rencontrer dans les frustules de toutes dimensions, aussi bien dans les grandes que dans les petites formes et aussi bien dans les formes longues et étroites que dans les formes larges ou courtes. Dans une même bande, une partie seulement des frustules peuvent présenter des valves internes (pl. IV, fig. 1). Il arrive même que les frustules présentent indifféremment deux valves internes symétriques ou une seule (fig. 4). Pour cette raison, il semble donc tout indiqué de supprimer cette variété, ainsi que le fait Hustedt [76, *p. 181*]. Il est rare de trouver un grand développement d'*E. pectinalis* d'aspect homogène; je n'en ai observé qu'une seule fois, dans un fossé à eau stagnante, où tous les frustules étaient longs et étroits, présentant des ornements peu marqués et dont les bandes pouvaient être prises à première vue pour des *Fragilaria*. Dans ce cas particulier, il n'y avait aucune formation de valves internes. Quelle est la signification de ces valves internes et dans quelles conditions apparaissent-elles ? La question est encore à élucider, puisqu'elles se forment dans des frustules de toutes dimensions, c'est-à-dire de toutes générations. Un commencement de dessication et la concentration du milieu en sels, invoqués pour d'autres espèces par Mueller [100, *p. 282*] et par Peitzer [119, *p. 108-109*], ne peuvent l'être ici, car le milieu ne contient pas de sel et les filaments étaient en pleine végétation : il ne pouvait donc être question, à ce moment, d'une dessication, ni d'une concentration quelconque du milieu.

Les variétés d'*E. pectinalis* ont une importance beaucoup moindre que l'espèce dans notre flore locale; à signaler seulement :

var. *minor* (Ktz.) Rabh. (st. 30), sur *Potamogeton;*

var. *ventralis* (Ehr.) Hust. (st. 40), dans une tourbière ferrugineuse.

Eunotia lunaris (Ehr.) Grun. — Cette espèce est presque toujours associée à *E. pectinalis,* aussi bien dans les tourbières (st. 41) que dans les fossés à eau stagnante (st. 25) et les rochers suintants (st. 43.).

Les frustules sont fixés par une extrémité au support, qui peut être une Algue filamenteuse ou même une bande d'*E. pectinalis :* ce cas est très fréquent (st. 25) (pl. IV, fig. 2).

Eunotia alpina (Naeg.) Hust. — Considérée comme alpine, ne se rencontre qu'exceptionnellement dans les tourbières de l'Anjou (st. 40).

II. — *MONORAPHIDINEES.*

Dans ce groupe de Diatomées, la disposition asymétrique du frustule semble à première vue en rapport avec un mode de fixation particulier, consistant dans une adhérence du frustule au support par la valve qui porte le raphé. En réalité, ce cas est loin d'être toujours réalisé : il l'est chez quelques *Cocconeis* (*C. Pediculus, C. Placentula*); mais d'autres types ont leurs frustules pédonculés (*Achnanthes minutissima, Rhoicosphenia curvata*) ou libres (*Achnanthes lanceolata*).

Cocconeis Ehr.

Cocconeis Pediculus Ehr. — Cette espèce représente le seul cas vraiment net d'une affinité entre une Diatomée et son genre de support : je l'ai rencontrée exclusivement sur des filaments de *Cladophora glomerata* (st. 36), autour desquels les frustules, appliqués par leur valve qui porte le raphé, forment de véritables manchons qui défigurent complètement l'Algue. Ce fait est d'ailleurs signalé par divers auteurs, tels que Hurter [69, *p. 201*].

Cocconeis Placentula Ehr. (pl. V, fig. 4). — Espèce très commune, principalement épiphyte sous le limbe et sur les pétioles de *Nymphoea* et de *Nuphar* (st. 31, 32), où elle forme de véritables plaques, qui sont l'équivalent des manchons de *C. Pediculus* autour des filaments de *Cladophora*. Mais elle est beaucoup moins exclusive et se rencontre sur des macrophytes très divers. Elle n'est pas rare non plus sur quelques rochers suintants (st. 43) très humides (type mésophile), mais elle y est toujours clairsemée.

Cocconeis Disculus Schumann. — Rencontré une seule fois et en très petite quantité dans une formation littorale de la Sarthe, près de Sablé. Un individu présentait la particularité d'avoir son raphé nettement incliné sur l'axe du frustule.

Eucocconeis Cleve.

Eucocconeis flexella Ktz. — Je l'ai récoltée exclusivement dans deux stations calcaires, dans un étang à fond de calcaire lacustre (st. 34) et sur des macrophytes (*Chara fragilis*), dans les trous d'eau d'une carrière de faluns vindoboniens (st. 35).

Eucocconeis lapponica Hust., qui ne se différencie de *E. flexella* que par des dimensions plus restreintes et des stries plus nombreuses, s'y trouve mêlée en faible proportion. Je ne connais aucune mention de cette espèce dans la flore française.

Achnanthes Bory

Achnanthes microcephala Ktz. — Bien que cette espèce soit notée comme très fréquente dans les eaux de toutes sortes [Hustedt, 76, *p. 198*], je ne puis affirmer l'avoir rencontrée qu'une seule fois, sur un rocher suintant à la Roche de Mûrs, près d'Angers; toutes les autres formes qui auraient pu se rapporter à cette espèce doivent en réalité être rattachées à l'espèce suivante.

Achnanthes minutissima Ktz. — L'espèce type est peu répandue; c'est sa variété *cryptocephala* Grun. qui est commune et abondante, à l'état épiphyte, sur les végétaux les

plus divers, où elle constitue parfois l'organisme dominant (st. 31, 32). Elle peut se rencontrer aussi dans des suintements (st. 43), fixée sur des filaments d'*Ulothrix;* mais elle ne supporte pas la dessication, elle ne fréquente que les suintements très humides (type mésophile) et les cours d'eau ne s'asséchant pas. Somme toute, elle se rencontre dans les mêmes conditions que *Cocconeis Placentula;* toutefois le mode de fixation est différent : au lieu d'adhérer au support par toute la surface de la valve qui porte le raphé, *A. minutissima* est presque toujours fixé par une de ses extrémités,au moyen de pédondules ou de simples coussinets gélatineux.

Achnanthes linearis W. Sm. — Très rare dans la région : rencontré une seule fois en milieu calcaire (st. 34).

Achnanthes exigua Grun. var *heterovalvata* Krasske (st. 32);

Achnanthes Clevei Grun.;

Achnanthes Peragalli Brun. et Héribaud. — Ces trois espèces sont très rares, la dernière en particulier, dont je n'ai observé qu'un individu (st. 28); quant à la seconde, je n'en connais aucune mention dans la flore française.

Achnanthes lanceolata Bréb. — C'est l'espèce qui a la plus large répartition : elle est très commune dans divers types de stations (ruisseaux, fossés, suintements), sans toutefois former l'organisme dominant. Le caractère le plus saillant de son écologie est de supporter très facilement une dessication prolongée : on la rencontre surtout dans les fossés asséchant souvent et sur les rochers suintants (st. 42-49).

Elle supporte bien les matières organiques, aussi bien d'origine animale (st. 18-20) que d'origine végétale (st. 24, 25).

Achnanthes coarctata Bréb. — Espèce typiquement subaérienne, spéciale aux rochers suintants peu humides — type xérotique — (st. 42-49). Les frustules sont presque toujours accolés par deux ou par trois, disposition très fréquente dans ce genre de stations.

Rhoicosphenia Grunow.

Rhoicosphenia curvata (Ktz.) Grun. — Forme parfois l'organisme dominant sur les objets flottants, où elle se trouve

fixée par l'intermédiaire de pédoncules gélatineux, analogues à ceux des *Gomphonema* (st. 27.) Lorsqu'elle se trouve en eau vive, les pédoncules sont souvent raccourcis à l'extrême et réduits à un simple coussinet gélatineux (st. 49).

III. — *BIRAPHIDINEES*

Mastogloia Thwaites

Mastogloia Smithii Thw. var. *lacustris* Grun. — Les *Mastogloia* sont des formes d'eau salée ou saumâtre, quelques unes plus particulièrement euryhalines se rencontrent en eau complètement douce : c'est le cas de la variété *lacustris* de *M. Smithii;* toutefois, en Anjou, elle est localisée dans les stations calcaires à pH élevé — environ 8 — (st. 35, 47).

Mastogloia Grevillei W. Sm. et

Mastogloia elliptica var. *Dansei* (Thw.) Grun., beaucoup plus rares, ont été récoltées en Anjou dans un étang également calcaire [Etang du Bellay, Bioret, 25, *p. 10*].

Amphipleura Ktz.

Amphipleura pellucida Ktz. — Sa répartition est assez large, mais ce n'est pas une espèce très commune dans la région. — En eau vive (st. 6) elle est assez fréquente, mais en très faible proportion parmi les autres Diatomées. Dans les « boires » (bras morts de la Loire), elles est parfois très abondante sur les macrophytes. Elle préfère les eaux calmes, ou même stagnantes, et supporte bien un excès de matières organiques d'origine végétale.

Les frustules sont généralement libres; cependant j'ai signalé (cf. 2e partie, 5°) le fait d'un développement important d'*A. pellucida* en tubes. Je rappelle à ce propos que *A. rutilans* (Trent.) Cl. et les divers *Berkeleya*, types très voisins, mais d'eau salée, vivent normalement en tubes.

Frustulia Agardh.

Frustulia rhomboides (Ehr.) De Toni. — La forme type de l'espèce (pl. VI, fig. 1) est peu fréquente dans la région. Je ne l'ai jamais trouvée que sur les rives, les objets flottants et les macrophytes des grands cours d'eau — Mayenne, Maine (st. 28); — encore ne s'agit-il ici que d'individus isolés au milieu d'autres espèces et non de frustules groupés en tubes gélatineux, comme il est de règle pour les *Frustulia*. Je ne l'ai pas rencontrée non plus dans les tourbières, que les auteurs considèrent comme son milieu d'élection. Cependant une forme différente représentée à côté de l'espèce (pl. VI, fig. 2), nettement caractérisée par sa forme nullement rhomboidale, ses stries convergentes et ses bords marginés, provient d'une tourbière (st. 41). Une représentation de cette forme se trouve dans l'atlas de A. Schmidt (pl. 369, fig. 2), mais sans dénomination spéciale.

F. r. var. *saxonica* (Rabh.) De Toni. — Cette variété qui, à mon avis, constitue une véritable espèce, par le nombre et la délicatesse de ses stries, est surtout signalée par les divers auteurs dans les suintements [Schade, 127, *p. 134*; Hustedt. 76, *p. 221*], où elle peut former l'organisme dominant. J'ai rencontré seulement la forme capitée (f. *capitata* Mayer) dans une tourbière (st. 38) et dans un suintement peu humide attenant à cette tourbière; elle était beaucoup plus commune dans la tourbière que dans le suintement.

La structure de cette forme, représentée pl. VI, fig. 3, diffère un peu de celle indiquée par Hustedt (loc. cit.) : les deux systèmes de stries tranversales et longitudinales sont en effet équidistants et forment un quadrillage parfaitement régulier. (34 stries en 10 μ), alors que Hustedt indique : stries transversales 34-35 en 10 μ, points (stries longitudinales) 40 en 10 μ.

Frustulia vulgaris Thw. (pl. VI, fig. 4), — Beaucoup plus commune et abondante que la précédente, cette espèce s'accommode de milieux assez divers; cependant, contrairement à l'indication de Hustedt (*l. c.*, p. 222), je ne l'ai jamais rencontrée en eau stagnante, (fossés ou tourbières). Elle est assez fréquente sur les pierres des ruisseaux à eau vive (st. 1),

dans les fossés à eau courante et surtout dans les suintements (st. 43-45), où elle forme parfois l'élément dominant. Elle supporte bien l'assèchement prolongé, aussi la trouve-t-on dans des suintements intermittents et les petits ruisseaux qui tarissent facilement.

Les frustules sont toujours en tubes muqueux, simples ou ramifiés, qui renferment parfois des *Nitzschia* (cf. 2e partie).

F. v. var. *capitata* KRASSKE (pl. VI, fig. 5). — Cette variété, récemment créée par KRASSKE, n'a jamais été signalée en France; je l'ai découverte, en 1930, dans un suintement (st. 43), où elle se trouvait à côté de l'espèce, en tubes distincts. Je l'ai régulièrement retrouvée depuis à la même époque de l'année, c'est-à-dire au printemps, mais toujours en quantité très inférieure à l'espèce.

Une forme très voisine, sinon identique, présentant par ailleurs une valve interne anormale a été décrite dans la région nantaise par AMOSSÉ [13, *p. 8*, pl. I, fig. 6-7], sous le nom de *Frustulia spicula* Amossé. L'auteur ne pense pas que cette forme puisse être rattachée à *F. vulgaris*. De fait, dans ma récolte qui renferme les deux types, on ne trouve aucune forme de passage; de plus, la striation est assez différente, ainsi que le montrent les fig. 4 et 5 (pl. VI). Il se pourrait donc que cette forme de l'Ouest de la France ne soit pas absolument identique à celle de KRASSKE, dont je n'ai vu que des figures représentant les contours de la valve, mais non la striation.

GYROSIGMA Hassall

Trois espèces sont représentées en Anjou, elles ont à peu près la même écologie : ce sont des espèces typiques des fonds de boue, en eau calme et courante, ou sur les pierres en eau plus vive. Il peut arriver que les trois espèces soient réunies dans une même station (st. 2), mais ce n'est pas la règle. Le mucus qui relie les frustules est toujours peu apparent, même lorsque le courant atteint une certaine force.

Gyrosigma acumanatum (Ktz.) Rabh. — La plus commune des trois espèces; c'est une forme des fonds de boue à eau calme (st. 8, 9, 12), plus rare en eau vive (st. 1, 2); je ne l'ai jamais rencontrée en eau stagnante, ni dans les endroits

qui viennent à sec, bien que Hustedt [76, *p.* 224] la donne pour commune et abondante dans les eaux de toute sorte. J'en ai fait des récoltes très abondantes, quelquefois presques pures (st. 8), quelquefois mêlées (st. 9).

Ainsi que je l'ai signalé à propos de ces stations, les individus sont tantôt de dimensions très uniformes, tantôt très variables, sans que l'on puisse trouver une explication à cette diversité de comportement. Dans un cas comme dans l'autre, en effet, la multiplication, c'est-à-dire la division des frustules, est intense : la réduction de taille qui en résulte devrait donc se manifester pareillement; or les colonies les plus abondantes et les plus uniformes ne comprennent précisément que de grands individus. D'autre part, il ne s'agit pas seulement d'une réduction de la taille, mais aussi de variations dans les proportions du frustule et le nombre des stries (pl. VIII) : les plus petits individus — 70 μ de long — (fig. 6) sont très au-dessous de la limite de 100 μ indiquée par Hustedt [76, *p.* 222] pour cette espèce; et les plus grandes — 130 μ — (fig. 9) sont loin d'atteindre la dimension maxima — 200 μ —. A côté de cela, certaines formes sont remarquables par leurs proportions anormales : les unes larges et courtes — 90 × 18 μ (fig. 7), avec le nombre de stries normal; les autres longues et fines, — 120 × 13 μ —, avec des stries beaucoup plus serrées — stries transversales 21 en 10 μ, stries longitudinales 24 en 10 μ — (fig. 8). Ces chiffres correspondent d'ailleurs à ceux de *G. Kutzingii* (Grun.) Cl. Mais étant donné toutes les formes de passage, je ne crois pas qu'il s'agisse ici de cette dernière espèce, que je ne connais pas dans la région. Ceci justifie d'ailleurs la remarque de Hustedt [76, *p.* 224] : « Vielleicht auch oft falsch bestimmt. »

Gyrosigma attenuatum (Ktz.) Rabh. — On rencontre cette espèce à peu près dans les mêmes conditions que la précédente; toutefois elle est plus fréquente en eau vive, mais ne forme pas de colonies aussi abondantes et ne constitue jamais l'organisme dominant d'une station. Elle est aussi de dimension beaucoup plus fixe (st. 1, 2, 12).

Gyrosigma Spencerii (W. Sm.) Cl. — C'est la plus rare des trois : je ne l'ai rencontrée que deux fois, en eau vive (st. 2), mais elle est susceptible de former des colonies très ri-

ches, où elle domine fortement sur les autres espèces. — La taille est assez variable (74-138 μ de long).

Caloneis Cleve.

Le genre *Caloneis* est représenté seulement par trois espèces dans mes récoltes; encore sont-elles toujours peu abondantes. Beaucoup d'espèces de ce genre, il est vrai, sont des formes d'eau saumâtre.

Caloneis amphisbaena (Bory) Cl. — Je n'ai trouvé cette espèce qu'une seule fois, en quantité asses appréciable pour affirmer qu'elle se trouvait dans son lieu de développement, un fossé asséchant souvent, en eau courante. Mais sa présence n'est pas fixe dans cette station, où la flore dominante est en général constituée par *Nitzschia linearis*, *Pinnularia viridis* et *Navicula viridula* v. *slesvicensis*.

Caloneis Silicula (Ehr.) Cl. — Plus répandue que l'espèce précédente, elle est cependant loin d'être abondante. On la trouve mêlée aux autres espèces dans les étangs, sur les macrophytes (st. 30) et sur la boue de quelques ruisseaux en eau calme (st. 9).

Dans une même station (st. 30), l'espèce est très variable et les individus sont indifféremment munis ou non d'un stauros.

Les formes *ventricosa* (V. H. Syn, pl. 12, fig. 24) et *minuta* (ibid., fig. 26) sont mêlées à l'espèce.

Caloneis Bacillum (Grun.) Mereschkowsky = *Pinnularia fasciata* (Lag.) Cl. Très largement répandue dans toutes sortes de milieux, ruisseaux, boues, macrophytes, suintements, mais toujours à l'état isolé. Sa petite taille la fait souvent passer inaperçue.

Neidium Pfitzer.

Neidium bisulcatum (Lagerst.) Cl. — Je ne l'ai rencontrée que dans une tourbière (st. 35), en petite quantité, parmi des *Pinnularia* et des *Eunotia;* c'est une espèce rare pour la région.

Neidium affine (Ehr.) Cl. — Cette espèce très polymorphe est assez répandue. Je n'ai jamais rencontré le type de

l'espèce, mais seulement la variété *amphyrhynchus* (Ehr.) Cl., qui peut se trouver en proportion notable sur la boue des ruisseaux calmes (st. 9).

Une forme capitée est assez commune (st. 40) sur *Potamogeton natans* : elle correspond exactement à la fig. 4, pl. 13 du *Synopsis* de VAN HEURCK.

J'ai récolté en quantité assez importante, dans un fossé riche en bactéries ferrugineuses du groupe *Leptothrix*, une autre forme, étroite, ondulée et capitée (pl. V, fig. 3), qui n'est figurée par aucun auteur; elle se rapproche de la forme *undulata* Grun. représentée par V. HEURCK (*Syn.*, pl. 13, fig. 6), mais elle est beaucoup plus nettement capitée.

Neidium Iridis (Ehr.) Cl. — Dans la région, le type de l'espèce, qui est seul largement représenté, me semble nettement localisé dans les eaux à pH faible, c'est-à-dire dans les tourbières et les étangs tourbeux. Je l'ai rencontré dans une tourbière (st. 38), formant un des éléments dominants avec *Pinnularia divergens* et *Stauroneis Phoenicenteron*.

Des diverses variétés je n'ai observé que quelques exemplaires de la var. *amphigomphus* (Ehr.) V. H., associée à l'espèce (st. 30).

Neidium productum (W. Sm.) Cl. — On rencontre cette espèce dans des milieux assez différents de ceux des précédentes. Elle supporte bien la dessication et un excès de matières organiques d'origine animale (st. 18).

DIPLONEIS Cleve.

Diploneis ovalis (Hilse) Cl. v. *oblongella* (Naeg.) Cl. Assez commune dans certains suintements très humides (st. 43) et quelques tourbières (st. 41).

Diploneis oculata (Bréb.) Cl. (pl. XII, fig. 3). — Cette espèce, à structure très délicate, est exclusivement localisée, dans la région, à un suintement très humide (st. 43), où elle est assez abondante.

Diploneis marginestriata Hust. (pl. XII, fig. 3). — Se rapproche beaucoup de *D. oculata*, au point qu'elle semble en être une variété plus grande et à ornements plus marqués.

La seule station que je lui connaisse est une tourbière (st. 41), où elle est peu commune. Cette espèce n'a pas encore été mentionnée dans la flore française.

Diploneis elliptica (Ktz.) Cl. — C'est un organisme typique des suintements très humides - type mésophile (st. 43); il y est commun, mais n'y constitue jamais l'élément dominant; il se retrouve aussi, en très faible proportion, dans quelques tourbières (st. 41); il manque complètement ailleurs. Il est curieux de rapprocher cette prédilection de *D. elliptica* pour les rochers suintants de l'habitat que lui attribuent la plupart des auteurs allemands. Ils signalent bien cette espèce dans les suintements [Krasske, 83, *p. 131*]; mais ils la considèrent surtout comme une forme des grandes profondeurs, de 20 à 35 m. [Oberdorfer, 102, *p. 500*; Hustedt 74, *p. 66*; 76, *p. 250*]; il n'existe pas, dans l'Ouest de la France, de masses d'eau comparables aux lacs de l'Europe centrale, qui m'aient permis de voir si *D. elliptica* présente, dans nos régions, la même dualité d'habitat.

Stauroneis Ehr.

Stauroneis Phoenicenteron Ehr. — C'est une espèce des fonds de boue (st. 9, 13) ou des tourbières (st. 38, 41); elle est plus rare dans les endroits qui assèchent (st. 16). Elle est parfois très polymorphe et présente, dans une même récolte, des variations notables dans les dimensions, la forme et le nombre de stries. Toutes les formes représentées, pl. VII, fig. 1 à 5, proviennent d'une seule préparation (st. 9). On peut trouver tous les passages avec l'espèce suivante.

Stauroneis anceps Ehr. - Quelquefois mêlée à la précédente (st. 9), mais supporte bien la dessication : c'est presque une espèce subaérienne. Elle est fréquente dans les fossés (st. 16, 22), les rochers suintants (st. 43), plus rare dans les tourbières (st. 41).

Elle est aussi polymorphe que *S. Phoenicenteron;* les formes les plus grandes et à stries robustes font le passage avec les petites formes de cette dernière. L'individu représenté, pl. VII, fig. 6, réalise le type de l'espèce (20 stries en 10 μ); la fig. 7 reproduit une autre forme provenant de la même récolte.

La forme *gracilis* (Ehr.) Cl. (fig. 8) est quelquefois remarquablement fixe et différenciée, au milieu des autres formes (st. 9), au point de faire penser à une espèce nettement individualisée; mais il n'en est pas toujours ainsi.

Stauroneis Alabamae Heiden var. *angulata* Heiden. (pl. VIII, fig. 3). — Cette espèce n'a pas encore été signalée en France. Elle est d'ailleurs considérée comme très rare par les auteurs [Hustedt, 76, *p. 258*]. Elle est commune dans l'Etang St-Nicolas (Angers) sur divers macrophytes; dans cette localité, c'est même l'espèce de *Stauroneis* la plus fréquente. Ailleurs, elle est extrêmement rare.

Une forme très voisine, *S. phyllodes* Ehr. var *intermedia* Amossé, a été signalée dans l'Erdre [Amossé, 13, *p. 9*, pl. I, fig. 8].

Stauroneis acuta W. Sm. — Je n'ai observé cette espèce qu'une seule fois, sur le fond d'un fossé à eau courante (st. 16), que je suivais depuis plusieurs années. Elle y est apparue subitement en quantité notable (3 janvier 1932); quinze jours après cette récolte elle avait complètement disparu.

Stauroneis Smithii Grun. — Cette petite espèce est surtout commune dans les fossés et les ornières, souillés de matières organiques d'origine animale et asséchant souvent (st. 18); elle est plus rare sur la boue du fond des ruisseaux (st. 9).

Anomoeoneis Pfitzer.

Anomoeoneis sphaerophora (Ktz.) Pfitzer. — Très rare dans la région; on ne la rencontre qu'à l'état isolé, sur la boue des ruisseaux ou sur les macrophytes. Les colonies importantes de cette espèce, telles qu'en signalent divers auteurs, doivent vraisemblablement se rencontrer en eau légèrement saumâtre, milieu plus favorable à son développement.

Anomoeoneis serians (Bréb.) Cl. var. *brachysira* (Bréb.) Hust. f. *thermalis* (Grun.) Hust. (pl. V, fig. 6). — L'espèce n'est représentée dans notre région que par cette forme, récoltée en abondance dans un rocher suintant (st. 46); je ne lui connais pas d'autre station. C'est d'ailleurs, d'après Hus-

TEDT, un type « artico-alpin ». Cette variété, signalée en Belgique par VAN HEURCK (*Syn., p. 101*), est nouvelle pour la flore française.

Anomoeoneis exilis (Ktz.) Cl. — D'après sa répartition en Anjou, cette espèce me semble calciphile, elle est cantonnée dans des milieux calcaires : bord d'un étang calcaire (st. 34); suintement calcaire (st. 47). Elle accompagne aussi l'espèce précédente dans un suintement (st. 46).

NAVICULA Bory.

Ce genre, le plus riche de tous, renferme des espèces végétant dans des conditions écologiques les plus diverses. On peut simplement dire : les *Navicula* ne sont jamais planctoniques, elles sont rarement épiphytes, quelquefois subaériennes (rochers suintants), ce sont avant tout des espèces de fond.

Navicula cuspidata Ktz. — Commune sur les fonds de boue en eau calme (st. 9, 13); ne craint ni la dessication, ni un excès de matières organiques (st. 17, 18). Dans les stations qui me l'ont fournie en plus grande abondance, elle était associée à *Nitzschia sigmoidea* et *Cymatopleura Solea* (st. 13); dans quelques cas, elle formait l'organisme dominant; ces Diatomées constituaient alors, sur la boue du fond, avec des filaments d'Oscillaires, une pellicule noirâtre qui se détachait par lambeaux, grâce aux bulles d'oxygène provenant de l'assimilation chlorophyllienne, et venait flotter à la surface, à la façon d'une fleur d'eau.

La variété *ambigua* (Ehr.) Cl., qui est moins commune, se trouve assez souvent mêlée à l'espèce (st. 9).

Les formes craticulaires sont très rares dans notre région : je n'en ai observé qu'un seul cas.

Quant à la prétendue variété *Heribaudi* Peragallo, ce n'est en réalité qu'une valve anormale [GERMAIN, 65, *p.* 7, pl. I, fig. 7, 8]; mais elle ne me semble nullement en relation aussi étroite avec la forme craticulaire que plusieurs auteurs l'ont prétendu.

Navicula halophila (Grun.) Cl. var. *subcapitata* Ostrup. (pl. V, fig. 1). — Comme l'indique son nom, c'est une

forme d'eau salée ou saumâtre. Je l'ai rencontrée en eau absolument douce (st. 47), mais fortement calcaire. Elle est cantonnée en Anjou à cette unique station. L'espèce a été signalée également en eau douce dans le Médoc par PERAGALLO [in PELLETAN, 109, *p. 262*], sous le nom de *N. cuspidata* v. *halophila;* mais la variété *subcapitata* est nouvelle pour la flore d'eau douce de France.

Navicula minima Grun. var. *atomoïdes* (Grun.) Cl. — Je n'ai rencontré cette espèce qu'à deux reprises : dans un suintement (st. 45) et dans une petite source intermittente. Dans les deux cas, elle était abondante et associée aux mêmes formes : *Frustulia vulgaris, Achnanthes lanceolata.*

Navicula Seminulum Grun. var. *fragilarioides* Grun. — Présente dans une seule localité (suintements, st. 49), où elle forme en certains points l'organisme dominant. Les frustules sont presque toujours réunis en bandes de quatre ou cinq individus : cette disposition étant fréquente dans ce genre d'habitat, il est fort probable, selon l'avis de HUSTEDT [76, *p. 272*], que cette variété n'est qu'une forme stationnelle.

Navicula mutica Ktz. — J'ai fait deux récoltes presque pures de cette espèce : l'une sur les pierres d'un ruisseau à eau vive (octobre 1929), l'autre sur les rives de la Mayenne (Château-Gontier, Août 1930), (pl. XI, fig. 1). En dehors de ces stations, c'est une espèce peu commune, qui se rencontre dans les milieux les plus divers, mais en quantité tellement faible que l'on est en droit de se demander si sa présence ne résulte pas d'un apport accidentel.

La forme beaucoup plus petite, représentée pl. XI, fig. 3, doit être rattachée à l'espèce; elle provient d'un suintement (st. 49), ainsi que plusieurs formes de la variété *nivalis*.

J'ai représenté (pl. XI, fig. 2) une autre forme assez différente, qui provient de la vase de l'estuaire de la Loire (Paimbœuf). Bien que ce cas soit un peu en dehors de mon sujet, j'ai tenu à le mentionner ici, car il montre que cette forme d'eau saumâtre se distingue nettement de la forme d'eau douce, bien qu'elle n'ait pas d'appellation spéciale; c'est aussi un cas typique de variation de la taille (8 à 24 μ), dans une population presque pure, qui s'oppose à celui de la forme

d'eau douce (pl. XI, fig. 1), où la variation est plus faible (18 à 28 μ.).

Les nombreuses variétés de *N. mutica* ont, dans la région, un habitat nettement différent de celui de l'espèce, contrairement à l'opinion de HUSTEDT [76, *p. 275*].

N. m. var. *Cohnii* (Hilse) Grun. (pl. XI, fig. 4). Se rencontre en colonies presque pures dans les ornières des chemins (st. 20), en eau fortement souillée de matières organiques d'origine animale. C'est donc une forme mésosaprobe forte et résistant bien à la dessication, alors que le type de l'espèce se montre mésosaprobe faible et manque dans les stations qui se dessèchent facilement.

N. m. var. *nivalis* (Ehr.) Hust. — Cette variété, qui est très polymorphe, est un organisme de rochers suintants peu humides (type xérotique). J'en ai rencontré deux formes, assez distinctes l'une de l'autre : la première, assez fixe (pl. XI, fig. 5), provient d'un suintement (st. 42); la seconde, plus variable (fig. 6, 7), provient d'un autre suintement (st. 49). Dans les deux cas, cette variété se trouvait, en faible proportion, mêlée à une végétation très abondante de *Melosira Roeseana*. J'ai remarqué, lorsque *M. Roeseana* disparaissait, pour faire place à une autre espèce, que *N. nivalis* disparaissait également (st. 42).

N. m. var. *ventricosa* (Ktz.) Cl. — Très rare, se rencontre en faible quantité avec la précédente (st. 49). La figure donnée, pl. XI, fig. 8, diffère assez de celle de HUSTEDT [76, *fig. 453*] et correspond mieux à la fig. de VAN HEURCK (*Synopsis*, pl. 4, fig. 1 B).

Navicula binodis Ehr. — Très rare; quelques individus isolés seulement, sur des boues (st. 9) et dans des milieux divers.

Navicula contenta Grun. — Je ne connais pas la forme type dans la région; mais les formes *biceps* Arnott et *parallela* Petersen, la première particulièrement, sont très communes et très abondantes dans certains suintements, aussi bien du type xérotique que du type mésophile (st. 42, 43, 49). Les frustules sont presque toujours accolés en courtes bandes

de quatre ou cinq individus au maximum. Pour HUSTEDT [76, *p. 278*], c'est plutôt une espèce des régions montagneuses.

Navicula perpusilla Grun. — Localisée à une seule station (st. 43), dans un suintement très humide, où elle accompagne l'espèce précédente, mais pour celle-ci je n'ai jamais observé de frustules restant accolés en bandes. C'est encore, d'après HUSTEDT (*ibid.*), une espèce de montagne.

Navicula fragilarioides Krasske = *Fragilaria laevissima* Cl. — J'ai signalé [66, *p. 43*] cette espèce très particulière, nouvelle pour la flore française, dans un suintement très humide (st. 49) : jusqu'à présent, je ne lui connais pas d'autre station.

Elle réalise au plus haut point la formation de bandes souvent très longues. La régression presque totale du raphé peut être considérée comme une conséquence de ce mode de vie : le raphé n'est visible que sur très peu d'individus, même dans le réalgar. KRASSKE [82, *p. 372*] signale également une autre espèce de Navicule, *N. confervacea*, qui présente une réduction du raphé consécutive à la vie en rubans. On comprend donc que ces deux caractères, frustules accolés en rubans, absence du raphé, aient fait ranger cette espèce parmi les *Fragilaria*. Jusqu'en 1929, époque à laquelle KRASSKE [82, *p. 351*, fig. 19 a-g] a montré qu'il s'agissait bien d'une Navicule, elle est désignée par les auteurs sous le nom de *Fragilaria laevissima* Cleve.

C'est une espèce artico-alpine. Avant KRASSKE [82, *p. 351*; 83, *p. 111*], qui la découvrit dans les montagnes de Saxe, elle n'avait été signalée que dans les régions arctiques, sous le nom de *Fragilaria laevissima* Cl., par les auteurs suivants : CLEVE [44, *p. 9*], Terre de François-Joseph; J. BRUN [28, *p. 8*, pl. 2, fig. 18, 19], île Jean Mayen; PETERSEN [113, *p. 328*, fig. 7], Groënland; OSTRUP [105, *p. 262*], îles Fœröes.

Navicula americana Ehr. — Une seule station (st. 40) m'a fourni cette espèce : c'est un étang tourbeux, où elle est commune, sur les feuilles et les pétioles de *Potamogeton natans*, sur les Characées du fond (*Tolypella*).

Navicula Bacillum Ehr. — Rare dans la région; je l'ai rencontrée épiphyte, sur des tiges de *Typha* (st. 34) et sur un

fond de boue (st. 13), accompagnant l'espèce suivante en très faible proportion.

Navicula Pupula Ktz. — Assez répandue, mais toujours clairsemée, dans des milieux très divers : tantôt sur boue (st. 9, 13), tantôt épiphyte, tantôt dans les tourbières (st. 38). Elle est très commune dans la Grande-Brière,

Navicula pelliculosa (Bréb.) Hilse. (pl. V, fig. 5). — Cette petite espèce, rarement signalée, est vraisemblablement très commune; mais sa structure extrêmement délicate la fait passer inaperçue, lorsqu'elle ne se trouve pas groupée en masse importante [HUSTEDT, 76, *p. 287*]. Il arrive d'ailleurs assez fréquemment qu'elle se présente avec l'aspect qui lui a valu son nom : l'ensemble de la colonie forme alors une pellicule mucilagineuse résistante, dans laquelle les frustules sont nettement alignés. Elle fréquente des milieux assez divers : pierres des ruisseaux à eau vive (st. 4), rives des grands cours d'eau (Mayenne), feuilles en décomposition dans le fond des fossés à eau stagnante (st. 24).

J'ai signalé [65, *p. 447*], dans ces lames muqueuses, une association de *N. pelliculosa, Nitzschia paleacea* et *acicularis*.

Les recherches bibliographiques que j'ai faites au sujet de cette espèce m'ont fait découvrir une synonymie assez complexe et une confusion avec une autre espèce, que j'ai tenu à exposer ici. La première mention de l'espèce est faite par KUETZING [87, *p. 40*], en 1849, sous le nom de *Synedra minutissima* β. *pelliculosa*, avec la mention suivante : (= *Frustulia pelliculosa* Brébisson in litt. Individua in gelatina membranacea nidulantia, stratum tenue siccitate virescens formantia.— Specimina gallica misit amicus de Brébisson.)

La dénomination de *Navicula pelliculosa* est due à Hilse. DE TONI [57, *p. 89*] donne la date de 1860 : si on se reporte au mémoire de HILSE correspondant à cette date, d'après la bibliographie du *Sylloge*, on ne trouve aucune mention de *N. pelliculosa;* par contre, HILSE l'a distribuée, en 1862, dans les Algen-Europa's de RABENHORST (n° 1265), sous le nom de *Navicula pelliculosa* Hilse (= *Synedra minutissima* β *pelliculosa* Ktz.), avec une note où il décrit la pellicule gélatineuse résistante et donne les caractères qui font reconnaître un *Navicula*, mais sans renvoyer à un mémoire personnel anté-

rieur. Il ne fait pas mention non plus de BRÉBISSON, auteur du nom spécifique, bien que sa citation de KUETZING montre qu'il ne pouvait pas l'ignorer. Il n'est pas douteux que *Frustulia pelliculosa* Bréb. et *Navicula pelliculosa* Hilse sont identiques : GRUNOW (V. H. *Syn.*, pl. 14, fig. 32) l'affirme, en indiquant qu'il a eu également entre les mains un échantillon de BRÉBISSON (!).

DE TONI (loc. cit.) et BRUN [27, *p. 59*] font de *N. pelliculosa* un synonyme de *N. oculata* Bréb. et ce dernier la donne comme très commune en Suisse. Il s'agit cependant de deux espèces bien distinctes, car *N. oculata* Bréb., (pl. XII, fig. 3), est en réalité un *Diploneis*, plus grand et mieux orné que *N. pelliculosa*. Des comparaisons faites entre l'échantillon de *N. oculata* Bréb. de la collection DESMAZIÈRES [146, *n° 110*] et l'échantillon de *N. pelliculosa* Hilse de la collection RABENHORST [147, *n° 1265*] ne laissent aucun doute sur la différence entre les deux organismes.

Navicula muralis Grun. — Je n'ai vu cette espèce mentionnée dans la flore française que par AMOSSÉ [13, *p. 12*]; elle existe en Anjou dans une seule station, un suintement très humide (st. 49), où elle est abondante.

Navicula Atomus (Naeg.) Grun. — Petite espèce, répandue dans des milieux divers, mais passant souvent inaperçue, car elle y est toujours très clairsemée.

Navicula minuscula Grun. — Localisée à un suintement où elle est abondante (st. 43), associée à *N. perpusilla* et *N. contenta*. Peut-être aussi passe-t-elle parfois inaperçue, à cause de sa structure extrêmement délicate.

Navicula vitrea (Ostr.) Hust. = *N. festival* Krasske. (pl. VI, fig. 6). — C'est, à ma connaissance, une espèce nouvelle pour la flore française. Je l'ai trouvée seulement dans un suintement, sur de la terre de bruyère, le long d'une tourbière à Sphaignes (st. 38), où elle était associée à *Frustulia rhomboides* var. *saxonica* en quantité importante, ce qui concorde avec l'indication de PETERSEN qui la considère comme sphagnophile.

Pour OSTRUP [105, *p. 262*] et pour PETERSEN [114, *p. 17*, fig. 3], il s'agit d'un *Frustulia*. HUSTEDT n'admet pas cette manière de voir. Pour ma part, je dois reconnaître que la dis-

position du raphé, qui est le caractère distinctif des *Frustulia*, est difficile à percevoir, mais je n'ai pas l'impression qu'il s'agisse d'un raphé de *Frustulia*.

Navicula cocconeiformis Greg. — Je l'ai rencontrée uniquement dans une tourbière (st. 41), en quantité appréciable, parmi de nombreuses espèces.

Navicula cryptocephala Ktz. — C'est la Navicule et l'une des Diatomées les plus communes de la région. — Le type de l'espèce (pl. X fig. 1 a), est très répandu, mais non le plus abondant. On le trouve sur le bord des rivières, sur le fond des ruisseaux, dans les creux d'ornières, aussi bien dans les eaux pures que dans les eaux chargées de matières organiques (st. 1, 2, 3, 4, 9, 10, 11, 12, 18). La forme la plus abondante en Anjou (pl. X, fig. 2) ne correspond à aucune des variétés figurées par les auteurs, elle est plus renflée et plus fortement capitée que la forme typique (long. 22 μ larg. 7 μ). De plus, les stries — 16 en 10 μ — sont presque complètement parallèles au centre et convergent aux extrémités, alors que les auteurs figurent toujours des stries nettement radiantes et des extrémités moins capitées. Cette forme est très fixe et présente rarement des formes de passage avec l'espèce et la variété *veneta*, avec lesquelles elle se trouve mêlée (pl. X, fig. 3). On la rencontre dans divers milieux, avec une égale abondance : sur les pierres des ruisseaux à eaux vives (st. 1, 2); sur la boue des ruisseaux à eau calme (st. 10, 11, 12); sur les rives des grands cours d'eau, où elle forme parfois l'organisme dominant; dans des creux d'ornières et dans les fossés (st. 17), où elle constitue souvent des colonies presque pures. Elle supporte également un excès de matières organiques et la dessication.

La var. *veneta* (Ktz.) Grun. (pl. X, fig. 3) est cantonnée sur les pierres des ruisseaux à eaux vives. Comme l'indique la figure, c'est une forme très variable, surtout par ses stries, qui sont tantôt presque parallèles, tantôt fortement radiantes au centre.

La var. *lancettula* (Schum.) Grun., que HUSTEDT réunit à la précédente, ne se rencontre que sur un suintement (st. 28), associée à *N. Seminulum* var. *fragilarioides*.

La var. *intermedia* Grun., (pl. X, fig. 5), est une forme très

fixe et très caractérisée par sa taille plus grande, une strie plus longue au milieu de la valve et ses extrémités nettement capitées. Le type que j'ai représenté correspond exactement à la figure de VAN HEURCK (*Syn.* pl. 8, fig. 10), mais non à celle de HUSTEDT [76, *p. 296*], qui ne la figure nullement capitée. Cette variété ne présente jamais aucune forme de passage avec les autres formes de *N. cryptocephala,* auxquelles elle se trouve mêlée, et semble constituer une véritable espèce distincte. Elle est beaucoup moins abondante que le type. Elle accompagne toujours *N. gracilis;* comme cette dernière, d'ailleurs, elle exige, pour se développer, un minimum de calcaire et fait défaut dans les ruisseaux dont l'eau est trop pauvre en chaux.

Navicula gothlandica Grun. — Cette espèce est considérée par HUSTEDT [76, *p. 296*] comme une forme d'eau salée, rarement observée en eau douce. Cependant DE TONI [57, *p. 189*] donne la mention suivante : « in aquis dulcibus Gothlandiae ». — Elle est très proche de *N. cryptocephala* [GRUNOW, in VAN HEURCK, *Syn.*, pl. 8, fig. 8], mais s'en différencie par sa taille plus grande (40 à 55 μ de long) et ses stries moins nombreuses (14 au lieu de 16 en 10 μ). J'ai représenté (pl. X, fig. 4) plusieurs formes, qui se trouvent à côté de la précédente et font ressortir cette différence. Elle est très répandue en Anjou et abondante dans divers milieux : dans les ruisseaux en eau vive (st. 1), en eau calme, sur la boue (st. 10, 11), ainsi que dans les ornières souillées par les déjections d'animaux et restant longtemps à sec. Malgré cette large répartition, qui ne doit pas être particulière à l'Anjou, je ne l'ai jamais vue mentionnée en France : peut-être a-t-elle été désignée sous un autre nom.

Navicula rhynchocephala Ktz. — HUSTEDT [76, *p. 297*] considère cette espèce comme une des Diatomées les plus communes et, pour lui, toutes les variétés indiquées par GRUNOW constituent une série de formes passant les unes aux autres, toujours mêlées entre elles. Dans notre région, au contraire, elle est rare et représentée par deux formes très fixes, qui se rencontrent l'une comme l'autre sur le fond des ruisseaux, de préférence sur la boue en eau calme. Aucune de ces deux formes, d'ailleurs, ne correspond à la figure de HUSTEDT: elles n'ont pas simplement les extrémités étirées, mais forte-

ment capitées. Celle qui représente, à mon avis, le type de l'espèce est figurée pl. VIII, fig. 1 : elle s'accorde assez bien avec la fig. de VAN HEURCK (*Syn.*, pl. 7, fig. 31) et très exactement avec celle que MAYER [93, *p. 159*, pl. IV, fig. 34] figure sous le nom de *N. rhync.* var. *genuina*. On ne la rencontre qu'à l'état isolé, dans les ruisseaux à eau vive ou de préférence en eau calme (st. 1, 11, 12). L'autre forme est plus grêle et porte des stries moins marquées, dont les deux du centre sont toujours plus fortes et plus espacées (pl. VIII, fig. 2). Elle se rapporte à une forme représentée par GRUNOW [45, pl. 2, fig. 33]. Elle est assez rare et toujours assez clairsemée. Je ne l'ai trouvée que dans les eaux un tant soit peu calcaires, où se rencontre *Navicula gracilis*.

Je signale, à côté de ces deux formes, répandues dans la région, une autre forme (pl. VIII, fig. 4, 5) qui provient des marais de la « Grande-Brière » (Loire-Inférieure) et correspond assez bien à la variété *elongata* MAYER [93, pl. IV, fig. 35] : cette variété n'est aucunement capitée et ses stries sont beaucoup plus robustes que celles du type. Elle doit être mentionnée à part, car les marais de la Grande-Brière constituent un milieu très spécial renfermant certaines espèces « reliques » [BIORET, 24] : elle ne se rencontre nulle part dans l'intérieur du pays et mériterait sans doute d'être suivie de près.

Navicula rostellata Ktz. — Cette espèce, qui établit le passage entre *N. rhynchocephala* et *N. viridula*, n'est pas nettement représentée dans la région. J'y rapporte une forme un peu plus petite (pl. IX, fig. 4), à stries un peu plus nombreuses et plus délicates que celles du type (35 μ de long au lieu de 40, 13 stries en 10 μ au lieu de 10-11); la forme est aussi moins élancée que celle des figures publiées par les divers auteurs; enfin on y voit presque toujours une strie bifurquée au point de changement de direction des stries, ce qui, pour MAYER [93, *p. 158*] est un caractère notable de *N. viridula*. — Je l'ai rencontrée seulement deux fois : dans un ruisseau (st. 10), où elle était assez commune sur de la boue, en eau calme, et dans une formation littorale de la Maine, à Angers.

Navicula viridula Ktz. — Cette espèce est une de celles qui forment les végétations de Diatomées les plus abondantes.

Son habitat est bien défini : c'est, par excellence, l'organisme des ruisseaux à eau vive et pure, dont elle recouvre parfois toutes les pierres du fond, en hiver et au début du printemps (st. 1, 2, 3, 4) ; elle est beaucoup moins abondante sur les fonds de boue, en eau calme (st. 11, 12), de même que sur les objets flottants et les macrophytes (st. 27, 28) ; elle fait complètement défaut dans les eaux stagnantes, chargées de matières organiques et dans les petits ruisseaux ou fossés qui assèchent facilement ; elle me semble aussi nettement calcifuge : dans les ruisseaux ou rivières calcaires, elle est très rare et fait place à *N. gracilis*, qui prédomine alors.

Sa taille peut varier, dans une même station, de 40 à 70 μ ; mais ses caractères sont par ailleurs très fixes : 10 à 12 stries en 10 μ, très finement ponctuées (pl. IX, fig. 1 et 2).

Le plus souvent, les frustules sont libres dans un mucus très peu apparent, même dans une eau très vive ; ils sont parfois renfermés dans des tubes muqueux, présentant souvent des nodosités, comme je l'ai signalé précédemment (pl. I et II). Ce mode de végétation a donné lieu à une dénomination spéciale : *Schizonema Thwaitesii* Grun.,, que VAN HEURCK (*Syn.*, pl. 15, fig. 38) déclare « très proche de *Navicula viridula* Ktz. »

En réalité, c'est bien de *N. viridula* qu'il s'agit et plusieurs auteurs ont admis cette identité.

N. v. var. *capitata* Mayer. — Cette variété décrite par MAYER [93, *p. 158*, pl. IV, fig. 5] est très rare : j'en ai trouvé une seule fois (st. 2) quelques individus mêlés au type de l'espèce. Ils diffèrent légèrement de celui de MAYER par des stries moins nombreuses (8 à 10 en 10 μ), plus robustes et plus nettement ponctuées (pl. IX, fig. 3).

N. v. var. *slesvicensis* (Grun.) Cl. (pl. IX, fig. 6). Cette variété est très différente de l'espèce par sa taille plus faible (25 à 50 μ de long), ses extrémités nettement rostrées, ses stries plus robustes, plus espacées, plus apparemment ponctuées (9-10 en 10 μ) et son raphé plus dégagé. La forme que j'ai représentée correspond bien à celle de VAN HEURCK (*Syn.* pl. 7, fig. 28, 29) et au type de la collection TEMPERE et PERAGALLO [147], étiqueté *N. viridula* Ktz. f. *minor*. Cette forme *minor* me semble d'ailleurs étroitement liée à la variété *slesvicensis* et non au type de l'espèce.

La var. *slesvicensis* se distingue aussi du type de l'espèce par une écologie toute différente : on ne la rencontre qu'exceptionnellement avec elle, c'est-à-dire en eau vive; elle se tient sur la boue, en eau calme, dans les ruisseaux, fossés ou ornières; elle supporte bien la dessication et un excès de matières organiques : c'est une mésosaprobe forte (st. 9, 17, 18, 20).

Par tous ces caractères, en particulier la ponctuation des stries, qui pour HUSTEDT est un caractère primordial, j'ai l'impression qu'il s'agit d'une véritable espèce à séparer de *N. viridula*.

Pour MAYER [93, *p. 158*], un des caractères distinctifs de *N. viridula* réside dans le changement brusque de la direction des stries, qui sont radiantes au centre et fortement convergentes aux extrémités; ce changement brusque de direction entraîne souvent la formation d'une strie supplémentaire plus courte que les autres, pour combler le vide produit; cette strie plus courte est ordinairement soudée à une autre, ce qui donne l'apparence d'une strie bifurquée. Toutefois, ce caractère n'est pas absolument constant, (pl. IX, fig. 1 et 2); il est surtout net dans la variété *capitata*, (pl. IX fig. 3); il se retrouve d'ailleurs dans *N. rostellata*, (pl. IX, fig. 4).

Navicula hungarica Grun. var. *capitata* (Ehr.) Cl., (pl. IX, fig. 7 c). — Je n'ai jamais rencontré le type de l'espèce. La variété *capitata*, seule représentée dans la région, ne se trouve qu'isolée parmi d'autres espèces. Elle supporte bien la dessication et un excès de matières organiques : on la rencontre indifféremment sur la boue du fond des ruisseaux (st. 12), des ornières ou des fossés (st. 18).

Navicula cincta (Ehr.) Ktz. — L'espèce elle-même est très rare : je l'ai rencontrée dans deux suintements de rochers (st. 49), en faible quantité.

Par contre, la var. *Heufleri* Grun. (pl. XV, fig. 3 b), est très commune dans les milieux chargés de matières organiques d'origine animale, où elle forme parfois des colonies très abondantes et presque pures (st. 14, 18, 21, 22, 23). C'est une mésosaprobe forte, sinon une polysaprobe : on la trouve parfois mêlée à *Euglena viridis* (st. 23), *Pinnularia microstauron* var. *Brebissonii*, *Nitzschia Kützingiana*, *f. terrestris* et *Hantzschia amphioxys*.

Navicula radiosa Ktz., (pl. IX, fig. 7 *a*). — C'est, après *N. cryptocephala*, l'espèce du genre la plus largement répandue : on la rencontre sur les fonds de boue des ruisseaux calmes (st. 9, 12), sur les macrophytes et les objets flottants (st. 27, 31, 32); elle est plus rare en eau vive (st. 1, 6, 7), dans les stations qui assèchent et dans les eaux chargées de matières organiques.

N. r. var. *tenella* (Bréb.) Grun. — C'est un type très distinct de l'espèce, avec laquelle il ne présente aucune forme de passage. Je l'ai surtout trouvé en très grande abondance dans les milieux calcaires (st. 35), où il accompagne fréquemment l'espèce suivante.

Navicula gracilis (Ehr.) Grun., (pl. IX, fig. 7 *b*). — Espèce très commune dans les rivières et les ruisseaux à eau pure, mais exigeant un minimum de calcaire pour se développer : elle domine dans les eaux des terrains calcaires, elle est rare ou fait complètement défaut dans les terrains siliceux. Elle vit aussi bien sur des pierres en eau vive (st. 1, 2) que sur un fond de boue en eau calme (st. 12); on la retrouve aussi sur les macrophytes et les objets flottants (st. 27, 28); mais elle n'existe jamais dans les eaux chargées de matières organiques, ni dans les stations à assèchement prolongé.

Comme je l'ai signalé pour *N. viridula*, les frustules de *N. gracilis* sont en général libres dans un mucus peu apparent; mais ils peuvent aussi se trouver enfermés dans une gaîne mucilagineuse; les dénominations adoptées par Thwaites (*Schizonema neglectum*) et par van Heurck (*N. gracilis* var. *schizonemoides*) s'appliquent à ce mode de vie particulier, qui n'est pas obligatoire : comme pour *N. viridula* ces noms n'ont donc pas lieu d'être retenus.

Il est à remarquer que je n'ai jamais rencontré de tubes de *N. gracilis*, alors que le cas en a été signalé beaucoup plus fréquemment que pour *N. viridula*. Petit [116, *p. 40*] a récolté *Schizonema neglectum* aux environs de Paris; d'après Cholnoky [40, *p. 321*], *N. gracilis* est fréquente en tubes sur les macrophytes; d'après Richter [124, *p. 76*], elle forme des tubes en eau vive seulement; enfin Manguin [92, *p. 39*] la mentionne (var. *schizonemoides* V. H.) dans un ruisseau de la Sarthe en terrain calcaire.

Navicula Menisculus Schumann. — La forme type est est rare; je l'ai rencontrée dans une formation littorale de la Maine (Octobre 1934), en faible proportion au milieu d'une flore très riche.

Navicula laterostrata Hust. (pl. X, fig. 8). — Cette espèce est nouvelle pour la flore française. Je l'ai rencontrée en quantité appréciable sur les rives de la Maine, à Angers, avec l'espèce précédente (Octobre 1934).

Navicula falaisiensis Grun. — Cette espèce est considérée comme rare par les auteurs; pour ma part, je ne lui connais qu'une station (st. 43), un suintement très humide (type mésophile), où elle est associée en abondance avec *Denticula elegans*. On y rencontre aussi la variété *lanceola* Grun. en plus faible proportion. Un tel habitat est exceptionnel pour une Navicule du groupe des *Lineolatae*, qui sont plutôt des espèces benthiques, habitant le fond des cours d'eau, des étangs ou des lacs.

Navicula dicephala (Ehr.) W. Sm. — Peu répandue, mais abondante dans la station où je l'ai observée (st. 18), une ornière fortement souillée de matières organiques d'origine animale, où elle était associée à *Navicula cincta*, *Pinnularia Brebissonii* et *Hantzschia amphioxys* : elle me semble donc mésosaprobe forte, alors que Kolwitz et Marsson [79, *p. 505*] la rangent dans les oligosaprobes.

Navicula anglica Ralfs. — Rencontrée une seule fois en nombre appréciable, sur tige de *Typha*, en milieu calcaire (st. 34).

Navicula Gastrum Ehr. — Très rare en Anjou : une seule station (st. 2) m'en a fourni quelques individus isolés.

Navicula lanceolata (Ag.) Ktz., (pl. X, fig. 6). — Je n'ai jamais observé cette espèce qu'à l'état isolé, beaucoup plus rarement que ne le signalent les auteurs. Elle existe sur les pierres ou la boue de fond de quelques ruisseaux (st. 2, 12) ou sur les rives des cours d'eau (Mayenne, Maine) et des étangs (Serrant, près de St-Georges, Maine-et-Loire).

La forme représentée (pl. X, fig. 7) à côté du type de l'espèce, bien qu'assez différente, s'y rattache par ses stries toutes

radiantes et bien ponctuées (caractères de l'espèce); elle correspond à peu près à la variété représentée par A. SCHMIDT [129, pl. 47, fig. 49]; elle est également rare et je ne l'ai rencontrée en nombre appréciable que sur un ponton de la Mayenne (st. 28).

Navicula oblonga Ktz. — Cette espèce fait totalement défaut dans les terrains siliceux de notre région, mais elle est commune dans les stations calcaires, sur des tiges de *Typha* (st. 34) et sur *Chara fragilis* (st. 35).

Navicula Tuscula Ehr. — Très rare en Anjou, peut-être à affinités calcaires (st. 34).

Navicula pusilla W. Sm. — Je l'ai rencontrée à trois reprises différentes, sur des rochers suintants, dont deux ont été signalés (st. 42, 49).

Navicula pygmaea Ktz. — Très peu répandue en Anjou, cette espèce, qui est plutôt une forme d'eau salée ou saumâtre, se rencontre parfois sur la boue en eau calme, dans les ruisseaux (st. 10) et dans la Maine (formation littorale).

PINNULARIA Ehr.

Les Pinnulaires ont une répartition moins large que les Navicules. Ce sont, pour la majeure partie, des organismes des eaux à pH faible (4,6 à 6) des tourbières, nettement calcifuges. Quelques espèces cependant font exception, notamment *P. appendiculata*, *P. major*, que j'ai rencontrées en milieu calcaire, et *P. viridis*, qui est une des Diatomées les plus ubiquistes.

Pinnularia gracillima Gregory. — Rare dans la région; quelques individus seulement proviennent d'une tourbière (st. 38).

Pinnularia sublinearis Grun. — Egalement rare (st. 34). — Cette espèce me semble très voisine de *P. fasciata*, qui n'est autre que *Caloneis Bacillum*, le stauros en moins; or, comme dans le groupe des *Caloneis* certaines espèces sont très variables (*C. Silicula* p. ex.) et se présentent indifférem-

ment avec ou sans stauros, je ne serais pas éloigné de croire que *P. sublinearis* ne constitue qu'une forme de *C. Bacillum*, au même titre que *P. fasciata*.

Pinnularia leptosoma Grun. — On n'en rencontre en Anjou que des individus isolés, dans les ruisseaux ou sur les rochers suintants (st. 43).

Pinnularia fasciata (Lagerst.) Cl. — Je me range volontiers à l'opinion de HUSTEDT, qui rattache cette espèce à *Caloneis Bacillum*. C'est une espèce particulièrement polymorphe, assez rare en Anjou (st. 30).

Pinnularia appendiculata (Ag.) Cl. — Cette espèce fait totalement défaut dans les stations siliceuses de la région; je ne l'ai rencontrée que dans un suintement des carrières des Fours à chaux d'Angers, c'est-à-dire en plein calcaire, où elle se trouvait en forte proportion, avec d'autres Diatomées, dans un feutrage de Cyanophycées (st. 47).

Pinnularia subcapitata Greg. — Elle fait partie des nombreuses espèces des tourbières (st. 38-41), mais elle y est clairsemée; par contre, j'en ai fait une récolte très abondante et presque pure sur un rocher suintant (schiste ardoisier), au bord de l'Etang St-Nicolas (st. 44.)

Pinnularia interrupta W. Sm. — On ne la rencontre jamais en dehors des tourbières (st. 38) ou des étangs tourbeux à pH faible, inférieur à 6,5 (st. 30). C'est une espèce assez polymorphe par sa taille (30-80 μ), par le nombre de ses stries (9-15 en 10 μ) et par son area central, qui peut s'élargir jusqu'à former un stauros complet; dans les stations indiquées, toutes les formes peuvent se rencontrer côte à côte.

Pinnularia mesolepta (Ehr.) W. Sm. — C'est une espèce très largement répandue; elle se rencontre assez fréquemment dans les fossés (st. 16), dans les ruisseaux à eau courante (st. 9), ainsi que dans les tourbières (st. 38, 41). La forme *angusta* Cl. se trouve parfois à côté de l'espèce.

Pinnularia Braunii (Grun.) Cl. — C'est plutôt une forme de montagne [HUSTEDT, 76, *p. 319*], rare en Anjou; je ne

lui connais qu'une seule station (st. 30), dans un étang tourbeux, où elle vit sur les macrophytes et les Characées (*Tolypella*) tapissant le fond.

Le var. *amphicephala* (A. Mayer) Hust. se trouve à côté de l'espèce; elle se rencontre aussi, à l'exclusion de cette dernière, dans une tourbière à Sphaignes (st. 39), où elle constitue l'espèce dominante.

Pinnularia globiceps Greg. — Espèce peu fréquente, une des rares Pinnulaires d'eau courante; elle existe dans un ruisseau de l'Anjou, l'Aubance, où elle se trouve mêlée aux *Navicula* et aux *Nitzschia*, sur les pierres du fond ou les racines des arbres qui bordent les rives.

Pinnularia divergentissima (Grun.) Cl., (pl. V, fig. 7). Cette espèce artico-alpine, très rare, existe en Anjou dans une tourbière à Sphaignes (st. 38) en très faible proportion. Je n'en ai trouvé aucune mention dans la flore française.

Pinnularia microstauron (Ehr.) Cl., (pl. XV, fig. 3 a). Le type de l'espèce est très peu fréquent, on en trouve quelques individus dans la flore des tourbières; mais la variété *Brebissonii* (Ktz.) Hust. est extrêmement commune, non dans les tourbières, mais dans les ornières et les fossés particulièrement riches en matières organiques d'origine animale (st. 18, 19, 22, 23). C'est une forme véritablement polysaprobe, qui voisine avec *Euglena viridis*.

Pinnularia Legumen Ehr. — Espèce peu répandue. Elle se rencontre parfois sur la boue du fond des ruisseaux (st. 9) ou dans les étangs tourbeux (st. 30), mais toujours en petit nombre.

Pinnularia divergens W. Sm. — Cette espèce me semble tout-à-fait particulière aux tourbières (st. 38, 41). Dans la première de ces deux stations, elle constituait l'espèce dominante. Je n'en ai pas rencontré un seul individu en dehors de ces deux localités.

Pinnularia alpina W. Sm. — J'en ai observé en tout 6 individus dans deux tourbières différentes (st. 38, 41); néanmoins, la présence en Anjou de cette espèce considérée comme « nordique-alpine » est intéressante à signaler. Elle a été

mentionnée en Normandie par DE BRÉBISSON [in PELLETAN, 109, *p. 259*].

Pinnularia borealis — C'est une des espèces le plus typiquement subaériennes. Elle est d'ailleurs indiquée comme telle par les auteurs, qui la considèrent tous comme la plus fidèle des rochers humides et des mousses du type xérotique [BEGER 16, *p. 385;* 17, *p. 382;* HUSTEDT, 72, *p. 98;* KRASSKE, 83, *p. 127;* SCHADE, 127, *p. 54;* SCHORLER, 133, *p. 3*]. Cependant elle est moins commune en Anjou qu'elle ne semble l'être dans les régions montagneuses : si, d'une part, elle est présente dans presque toutes les mousses humides de la région, elle y est toujours clairsemée; d'autre part, dans les rochers suintants, elle fait complètement défaut la plupart du temps; elles est très abondante dans l'un d'eux seulement, sur des schistes ardoisiers, autour de l'Etang St-Nicolas (st. 44).

Pinnularia gibba Ehr. — Avec *Pinnularia viridis*, c'est la plus polymorphe du genre, en particulier dans la longueur de ses stries (largeur de l'area axial) et la présence ou l'absence de stauros, qui n'existe parfois que sur la moitié d'une valve (forme *semicruciata* Mayer).

Son habitat est également assez variable. Le type de l'espèce [HUSTEDT, 76, *p. 328,* fig. 600 *a*] est une forme des tourbières (st. 38, 39, 40, 41). Les formes à courtes stries et à large stauros (*ibid.* fig. 600 *b*) se rencontrent parfois sur la boue du fond des ruisseaux (st. 9). Des petites formes se trouvent assez rarement dans les suintements (st. 46).

Pinnularia stomatophora Grun. — Commune dans les tourbières, (st. 38, 41), mais exceptionnelle ailleurs : je n'en ai observé que quelques individus dans un suintement (st. 46).

Pinnularia hemiptera (Ktz.) Cl. — Espèce fidèle de la flore des tourbières (st. 38, 39, 41); elle manque totalement ailleurs.

Pinnularia acrosphaeria Bréb. — Peu répandue. Elle fait partie de la flore des tourbières (st. 38, 41), mais on la rencontre aussi dans les sources et plus rarement dans les cours d'eau (st. 28).

Pinnularia nodosa Ehr. — Je ne connais cette espèce que dans une tourbière (st. 41), où elle est très commune.

Pinnularia major (Ktz.) Cl. — J'ai longtemps hésité à rapporter à cette espèce des formes d'origines diverses, qui correspondaient exactement à *P. major* comme dimensions, nombre de stries et allure générale, mais dont le raphé était sinueux comme dans le groupe des *Complexae*. La mention de VAN HEURCK (*Syn.*, p. 73), d'après laquelle « cette espèce passe insensiblement à *P. viridis* », qui est rangée dans les *Complexae*, m'a laissé croire que ce caractère du raphé n'a vraisemblablement qu'une importance secondaire et je crois pouvoir identifier avec *P. major* les deux formes représentées pl. XIII, fig. 5 et 6, dont l'une présente un raphé sinueux et l'autre un raphé droit.

P. major a une répartition assez grande : elle est peu abondante dans les tourbières; on la trouve parfois dans les fossés (st. 16, 17); elle supporte bien le calcaire, elle est commune sur *Chara fragilis* dans un trou de carrière de faluns (st. 35): En Anjou cependant, elle est loin d'être aussi commune que ne le signalent les auteurs pour les autres pays [HUSTEDT, 76, *p. 331*].

Pinnularia viridis (Nitzsch) Ehr. — C'est la plus répandue de toutes les Pinnulaires d'eau douce; il n'y a pas de type de station, exception faite du plancton « sensu-stricto », où je ne l'ai rencontrée. Par contre, elle ne constitue jamais l'organisme dominant. Elle supporte très bien un gros excès de matières organiques d'origine animale : elle se rencontre alors à côté de *P. microstauron* var. *Brebissonii*, parmi *Euglena viridis*. C'est aussi de toutes les Diatomées celle qui garde le plus longtemps, après dessication, un pouvoir de reviviscence, ce qui explique en partie sa très large répartition.

Le type de l'espèce, (pl. XIII, fig. 7), n'est pas la forme la plus fréquente dans la région : il se rencontre dans les fossés et les tourbières; mais les formes plus petites, telles que *intermedia* Cl., *rupestris* (Hantzsch) Cl., *diminuta* Mayer, *fallax* Cl., entre lesquelles on trouve tous les passages, se rencontrent dans les stations les plus diverses.

Pinnularia gentilis (Donkin) Cl. — Je n'ai rencontré cette espèce que dans une station (st. 13), sur la boue du fond

d'un petit ruisseau artificiel, dans le Jardin botanique de l'Ecole de Médecine d'Angers : elle y était extrêmement abondante. La taille des frustules était extrêmement variable, le nombre des stries un peu moins. Les plus grands individus (pl. XIII, fig. 2) atteignaient 300 μ de long, avec 6 stries en 10 μ, et les plus petits (pl. XIII, fig. 4) ne faisaient que 100 μ, avec 8 stries en 10 μ. Tous les intermédiaires existaient entre ces types extrêmes (pl. XIII, fig. 3). Ces chiffres dépassent sensiblement ceux que donnent les auteurs [Hustedt, 76, *p.* 337], qui admettent 140 à 260 μ pour la longueur et 7 à 10 stries en 10 μ. En somme, le rapport des longueurs entre les individus extrêmes est de 1 à 3, comme pour bon nombre d'espèces qui forment couramment des auxospores (*Melosira varians, M. ambigua*); je n'ai rien vu toutefois qui puisse rappeler ici une formation d'auxospores.

La diversité de taille de *P. gentilis* était d'autant plus frappante que les autres Diatomées qui l'accompagnaient, *Nitzschia sigmoidea, Cymatopleura Solea, Navicula cuspidata, Stauroneis Phoenicenteron*, également en état d'active multiplication, étaient d'une fixité de taille remarquable.

Les grandes formes sont faciles à confondre avec l'espèce suivante, *P. nobilis* : l'aspect extérieur et les dimensions sont presque identiques, mais le nombre de stries est plus grand et surtout les stries des extrémités sont beaucoup plus convergentes. La figure 2 (pl. XIII), qui correspond exactement à la représentation faite par Donkin [59, *p. 69*, pl. 12, fig. 1], comparée avec *P. nobilis* (pl. XIII, fig. 1), fait nettement ressortir ces différences. Les petites formes (pl. XIII, fig. 4), au contraire, ont des stries plus parallèles, La figure de Hustedt [76, fig. 618] représente des stries plus parallèles que celles de *P. nobilis* (ibid. fig. 619), elle correspond sans doute à une de ces petites formes; mais cela prête à confusion, car, chez les grandes formes, c'est le contraire qui a lieu.

Au point de vue écologique *P. gentilis* paraît se distinguer nettement de *P. nobilis*. Bien que je ne puisse tabler que sur cette unique station, sa prolifération était telle que je suis en droit de la considérer comme dans son milieu naturel; or il s'agit d'un ruisseau à eau courante, dont l'eau présentait un pH de 7,7, tandis que je ne l'ai jamais rencontrée dans les stations habituelles de la plupart des grandes Pinnulaires, c'est-

à-dire dans les eaux à pH très faible des tourbières, où *P. nobilis* est commun.

Pinnularia nobilis Ehr. — Cette grande espèce est très caractéristique des tourbières, où le pH descend jusqu'à 4,6, ou des étangs tourbeux à pH toujours inférieur à 6,5. Tout en étant commune dans ce type de stations, je ne l'ai jamais vue en grande abondance; mais quelques individus dans une préparation attirent forcément l'attention par leurs dimensions exceptionnelles et semblent lui donner une importance que le nombre des individus ne justifie pas.

Pinnularia streptoraphe Cl. — Elle accompagne généralement *P. nobilis* dans les tourbières et les étangs tourbeux, mais toujours en plus faible proportion; elle manque totalement ailleurs.

Pinnularia cardinalis (Ehr.) W. Sm. — Cette espèce fait défaut en Anjou, mais elle est commune dans le Lac de Grand-Lieu (Loire-Inf.), où elle accompagne les deux espèces précédentes.

Amphora Ehr.

Par leur structure, qui rappelle celle d'un *Epithemia* ou d'un *Rhopalodia*, les *Amphora* semblent adaptés à la vie épiphytique : en réalité, leur distribution est assez variée.

Amphora ovalis Ktz. — C'est une espèce à la fois très répandue et très polymorphe. Elle n'est jamais très abondante, mais on la rencontre dans des milieux assez divers : fonds de ruisseaux (st. 1, 2), rives et objets flottants des grands cours d'eau (st. 28, 31), plus rarement dans les suintements.

La variété *Pediculus* Ktz. supporte bien la dessication et les matières organiques (st. 18). Elle est aussi fréquemment épiphyte et les petites formes sont souvent fixées par leur face ventrale sur d'autres grandes Diatomées, telles que *Nitzschia sigmoidea* (st. 35).

Amphora perpusilla Grun. — Cette petite espèce forme parfois, sur les pierres du fond des ruisseaux à eau vive (st. 3), des masses très importantes, au milieu d'autres espèces telles que *Navicula viridula;* de même sur les macrophytes

(st. 28, 32), en compagnie de *Nitzschia amphibia*. Bien que sa petite taille puisse la faire passer inaperçue en dehors de ses amas importants, je crois cependant pouvoir affirmer qu'elle ne se rencontre guère à l'état isolé.

Amphora Normanii Rabh., (pl. XII, fig. 2 *c*). — Je n'ai observé cette espèce que dans une suintement, remarquable par les formes peu répandues qu'il m'a fournies (st. 49). C'est d'ailleurs son habitat signalé dans les régions montagneuses.

Amphora veneta Ktz., (pl. XII, fig. 5 *a*). — Je ne connais également pour cette espèce qu'une station, sur un rocher suintant (st. 42). Elle y est apparue brusquement, en quantité considérable et en colonie presque pure, faisant place à *Melosira Roeseana*, qui dominait l'année précédente; elle a disparu aussi rapidement, faisant place de nouveau à *Melosira Roeseana*. Il s'agit donc ici d'un habitat tout différent de celui qu'indique HUSTEDT [76, *p. 345*], en compagnie d'*Epithemia Sorex*, c'est-à-dire sur des macrophytes vraisemblablement.

CYMBELLA Agardh

On rencontre des Cymbelles dans des types de stations assez variés; il convient de noter cependant qu'elles manquent dans les eaux souillées de matières organiques d'origine animale; elles sont rares dans les stations subaériennes, asséchant facilement; elles font défaut à quelques exceptions près dans les suintements. Par contre, beaucoup supportent bien un pH élevé : les stations calcaires en sont riches et les eaux à pH faible, comme celles des tourbières, en sont remarquablement pauvres.

La formation de tubes ou de pédoncules gélatineux, qui a donné lieu à la création des anciens genres *Encyonema* et *Cocconema*, n'est par toujours fixe, même pour une espèce donnée : *C. prostrata*, parmi les espèces en tubes, *C. Cistula*, *C. lanceolata* et *C. tumida*, parmi les espèces pédonculées, sont les seules qui me semblent adopter ces modes de vie d'une manière constante.

Cymbella microcephala Grun. — Cette petite espèce me semble tout-à-fait caractéristique des milieux calcaires :

suintements humides (st. 47), étangs calcaires, où elle vit sur les macrophytes et les rives (st. 34, 35). Elle fait complètement défaut en Anjou dans les milieux pauvres en calcaire.

Cymbella Cesatii (Rabh.) Grun. — Espèce vraisemblablement calciphile, exclusivement localisée dans deux stations calcaires (st. 34, 35), assez abondante dans la seconde. Pour HUSTEDT [76, *p. 351*], c'est une espèce de montagne, très rare en plaine.

Cymbella obtusiuscula (Ktz.) Grun. — Je ne connais aucune mention de cette espèce dans la flore française. Elle est représentée en petit nombre dans une station calcaire (st. 35) par une forme plus capitée (pl. XIV, fig. 4) que celle représentée par les auteurs [HUSTEDT, 76, fig. 640; SCHMIDT, 129, pl. 9, fig. 19].

Cymbella leptoceras (Ehr. ?) Grun. — Peu répandue. Elle semble limitée aussi aux milieux à pH voisins de 8; épiphyte (st. 35).

Cymbella pusilla Grun. — Rencontrée une seule fois en quantité appréciable dans une flaque d'eau des carrières des Fours à chaux d'Angers. Remarquable par sa pigmentation extrêmement faible, presque nulle.

Cymbella Ehrenbergii Ktz. — Rare; malgré sa taille remarquable, qui ne peut la laisser passer inaperçue, je n'en ai observé que des individus isolés, toujours dans des stations calcaires (st. 34, 35).

Cymbella naviculiformis Auersw. — C'est une des espèces du genre qui s'accommode des milieux les plus divers. Je l'ai trouvée en notable proportion dans les milieux calcaires (st. 34), sur le fond d'un ruisseau très pauvre en calcaire (st. 9) et dans une tourbière (st. 38).

Cymbella prostrata (Berk.) Cl. — Assez commune dans les ruisseaux, sur les rives des grands cours d'eau et sur les macrophytes ou les objets flottants (st. 27, 28). C'est la seule espèce que j'ai rencontrée en tubes gélatineux : je ne l'ai jamais vue libre. Elle contient parfois dans ses tubes des *Nitzschia* (*N. paleacea*) (pl. XIV, fig. 6).

La forme plus petite (pl. XIV, fig. 5), que HUSTEDT rattache à cette espèce, se rencontre en quantité parfois très importante (st. 7, 33). Elle correspond très exactement à *C. caespitosa* des anciens auteurs (V. H. *Syn.* pl. 3, fig. 13). A mon avis, c'est bien une espèce distincte, qui se différencie également de *C. prostrata* et de *C. ventricosa*, à laquelle on l'a aussi rattachée. HUSTEDT invoque la ponctuation des stries comme un caractère spécifique de premier plan; or, la ponctuation des stries de *C. caespitosa* (25-26 points en 10 μ), tout en étant très apparente, est sensiblement plus fine que celle de *C. prostrata* (20 en 10 μ). A côté de ce caractère, d'ailleurs, la disposition des nodules terminaux et de l'area central, avec ses stries alternativement courtes et longues, chez *C. prostrata*, différencie nettement les deux types. J'ajoute que je n'ai jamais rencontré de formes de passage.

Cymbella turgida (Greg.) Cl. — Rare en Anjou; quelques individus seulement proviennent d'un étang calcaire (st. 34).

Cymbella ventricosa Ktz. — C'est une espèce très polymorphe. Bien qu'elle fasse partie de l'ancien genre *Encyonema*, je l'ai toujours rencontrée libre. Elle fréquente indifféremment les pierres des ruisseaux à eau vive (st. 1, 3, 6, 7), les fonds de boues (st. 10), les macrophytes et les objets flottants des grands cours d'eau et des étangs (st. 26, 28, 29, 31, 32, 33), plus rarement les rochers suintants (st. 43, 46).

Suivant les récoltes, elle est tantôt fixe, tantôt très polymorphe. La figure 1, pl. XIV, représente un fragment de colonie, pure et très homogène, d'une forme assez grande : 20-35 μ de long. La fig. 2, au contraire, représente un ensemble comprenant les formes extrêmes qui se trouvaient dans la même préparation (8 à 30 μ) : les plus petites formes de cette récolte se trouvent par conséquent en dessous de la dimension la plus faible indiquée par les auteurs (10 μ) [HUSTEDT, 76, *p. 359*]. Enfin, la fig. 3 donne un autre type de dimensions plus fixes, mais de caractères assez variables cependant : certains frustules ont le bord ventral ondulé, d'autres ont leur bord ventral très droit et des stries plus robustes; de plus, tous les frustules de cette localité ont un point détaché de la strie médiane dorsale, caractère qui n'est mentionné par aucun auteur.

Cymbella gracilis (Rabh.) Cl. — Une des rares Cymbelles qui s'accommode des eaux tourbeuses, où elle est d'ailleurs clairsemée (st. 30, 38, 41); elle manque dans tous les autres types de station.

Cymbella aequalis W. Sm. — C'est une espèce assez rare, mais que j'ai rencontrée dans des conditions écologiques diamétralement opposées : dans des tourbières (st. 38, 41) et dans un étang calcaire (st. 34).

Cymbella tumidula Grun. — Présente des affinités vraiment calcaires. Elle est commune sur *Chara fragilis*, dans un trou d'eau de carrières de faluns (st. 34), dans un suintement sur une paroi de marbre récemment mise à nu. Elle constituait, dans cette dernière station (st. 48), une végétation extrêmement riche et presque pure.

Cymbella affinis Ktz. — C'est une espèce des macrophytes et des objets flottants (st. 26, 27, 32). Dans la première de ces stations, il s'agit d'une végétation extrêmement abondante, presque pure, et comprenant des individus très uniformes. En dehors de ce cas, elle est peu commune.

Cymbella parva (W. Sm.) Cl. — Très commune aux carrières des Fours à chaux d'Angers, dans un suintement (st. 47) et dans les trous d'eau du fond de la carrière, où j'en ai fait une récolte presque pure (frustules non pédonculés). Elle est extrêmement rare en dehors de cette station calcaire.

Cymbella Cistula (Hempr.) Grun. — Le type de l'espèce et sa variété *maculata* V. H. sont très répandus sur les macrophytes et les objets flottants des étangs et des cours d'eau (st. 28, 33); ils se présentent toujours avec des pédoncules gélatineux très nets.

Cymbella lanceolata (Ehr.) V. H. — On la rencontre dans les mêmes conditions que la précédente (st. 27, 28, 32, 33); mais elle est également assez fréquente sur les pierres des ruisseaux à eaux vives (st. 1). Elle est toujours nettement pédonculée.

Cymbella helvetica Ktz. — La forme typique (V. H. *Syn.* pl. 2, fig. 15) ne m'a été fournie que par des stations calcaires (st. 35). Une autre forme très variable, passant de la

variété *curta* Cl. à une forme très allongée, à nodule terminal très étiré (v. *major* Meister), provient de tonneaux de corps morts sur la Maine (st. 27), où elle était extrêmement abondante. C'est une espèce nettement épiphyte, pour laquelle je n'ai pas observé de pédoncules.

Cymbella aspera (Ehr.) Cl. — Cette grande espèce remarquable par sa ponctuation extraordinairement apparente et son large area axial, est peu répandue; je l'ai rencontrée seulement deux fois sur la boue des fossés à eau courante (st. 16), sans pédoncule; elle y constituait l'organisme dominant.

Cymbella tumida (Bréb.) V. H. — C'est une forme très commune des grands cours d'eau, sur les rives, les macrophytes et les objets flottants; elle y forme des colonies très riches. Elle est toujours nettement pédonculée (st. 28).

Gomphonema Agardh

En général, les *Gomphonema* sont fixés au support par un pédoncule gélatineux. Ce mode de vie leur est beaucoup plus habituel qu'aux Cymbelles. Je ne connais que *G. angustatum* dont les individus sont la plupart du temps libres, ou réunis en courtes bandes. Ils sont quelquefois aussi fixés directement par l'extrémité la plus étroite du frustule, au moyen d'un simple coussinet gélatineux, à la façon d'un *Synedra*. Par suite de cette relation avec un support solide, les *Gomphonema* font complètement défaut sur les fonds de boue, mais ils sont très répandus en dehors de ce substratum. Les eaux à pH faible des tourbières en sont les moins riches; les milieux calcaires, à pH élevé, en sont largement pourvus.

Gomphonema acuminatum Ehr. — Cette espèce forme souvent, sur les macrophytes (st. 29, 32) et sur les pierres des ruisseaux à eau vive (st. 1), des colonies pédonculées très importantes. Elle est quelquefois mêlée à sa variété *Brebissonii* Ktz. Cl. — La variété *coronata* (Ehr.) W. Sm. est plus spécialement épiphyte et moins fréquente (st. 30).

Gomphonema Augur Ehr. — Quelquefois mêlé à *G. acuminatum*, mais toujours en petit nombre.

Gomphonema parvulum (Ktz.) Grun. — C'est une espèce très abondante en eau vive (petites cascades, st. 6). Elle est très polymorphe : dans la station indiquée, elle passait à la variété *lagenula* (Ktz. ? Grun.) Hust. Très souvent les frustules ont leurs extrémités légèrement courbées en sens inverse l'une de l'autre, ce qui leur donne une forme sigmoide très nette.

Gomphonema angustatum (Ktz.) Rabh. — La variété *producta* Grun. est seule commune en Anjou. Elle est parfois très abondante dans les fossés, sur des plantes en décomposition (st. 24); elle est aussi assez fréquente dans les suintements de rochers siliceux (st. 43) ou calcaires (st. 47, 48). Dans ces dernières stations, les frustules sont quelquefois réunis en courtes bandes de 4 à 8 individus accolés par la valve. De plus, les deux valves d'un même frustule présentent souvent un nombre inégal de stries, aussi bien dans les formes libres que dans les formes en rubans. Dans ce dernier cas, ce sont toujours les valves libres des extrémités qui ont les stries les plus nombreuses [GERMAIN, 65].

Gomphonema longiceps Ehr. — La variété *subclavata* Grun, est assez fréquente dans un suintement calcaire (st. 47).

Gomphonema intricatum Ktz. — L'espèce est commune sur un rocher suintant silicieux et très humide (st. 43); la variété *pumila* Grun. se rencontre dans les milieux calcaires (st. 35, 47).

Gomphonema lanceolatum Ehr. — Très rare; les quelques individus observés proviennent de carènes de bateaux (st. 29).

Gomphonema gracile Ehr. — C'est la seule espèce qui soit représentée dans les eaux à pH faible des tourbières et des étangs tourbeux (st. 30, 38, 41); elle manque ailleurs.

Gomphonema subtile Ehr. — La variété *Sagitta* (Schum.) Cl. est assez fréquente sur les macrophytes ou les rives des étangs, également en terrain siliceux et en terrain calcaire (st. 34).

Gomphonema constrictum Ehr. — Le type de l'espèce et sa variété *capitata* (Ehr.) Cl. présentent toutes les for-

mes de passage et se trouvent presque toujours réunis; ils forment, sur les macrophytes des étangs ou des rivières (en particulier dans la Mayenne), sur les pierres des ruisseaux à eau vive, des colonies très riches. Ces deux formes ont donc la même écologie que *G. acuminatum*, auquel elles sont d'ailleurs fréquemment mêlées (st. 1).

Gomphonema olivaceum (Lyngb.) Ktz. — Présente la même écologie que l'espèce précédente; mais ces colonies atteignent des proportions beaucoup plus importantes : c'est parfois un véritable envahissement des pierres tapissant le fond des ruisseaux (st. 3), des macrophytes ou des objets flottants (st. 27); cette végétation se produit presque régulièrement au début du printemps, dans la Maine en particulier; vers le mois de Mars, les objets flottants sont presque toujours envahis par les colonies glaireuses de *G. olivaceum*. Dans les ruisseaux, la régularité est moindre, car le régime est beaucoup plus variable que celui d'une rivière comme la Maine, surtout lorsqu'il s'agit d'objets flottants, pour lesquels le niveau de l'eau n'entre pas en ligne de compte.

Les colonies de *G. olivaceum* présentent une consistance glaireuse tout-à-fait spéciale, qui semble indiquer la présence d'un mucus indépendant des pédoncules gélatineux, dans lequel est noyé tout l'ensemble de la colonie (cf. 2e partie, 6°).

Denticula Ktz.

Denticula elegans Ktz. — Des deux espèces que possède la flore de l'Anjou, *D. elegans* est de beaucoup la moins rare; c'est surtout une espèce des rochers suintants très humides (st. 43, 47); elle est plus rarement littorale, dans les étangs (st. 34). Elle ne craint pas un excès de calcaire; néanmoins, c'est dans les milieux siliceux qu'elle est la plus abondante : elle peut y constituer (st. 43) l'organisme dominant, en particulier au printemps, associée à *Navicula falaisiensis* et *Diploneis elliptica*.

Denticula tenuis Ktz. représenté seulement par la variété *crassula* (Naeg.) Hust., est plus rare; je n'en connais qu'une station, sur les parois éclaboussées d'une fontaine (St-Georges-sur-Loire).

Il semble donc que la répartition de ces deux espèces soit différente en Anjou et en Europe centrale, où, d'après HUSTEDT [76, *p. 382*], *D. tenuis* est commun et très abondant, tandis que *D. elegans* est beaucoup plus rare. KRASSKE [83, *p. 127*] considère, d'autre part, cette dernière espèce comme franchement alpine.

EPITHEMIA Bréb.

Les *Epithemia* sont franchement adaptés à la vie épiphytique; ils se fixent au support par leur face ventrale qui porte les deux raphés, disposition analogue à celle des *Amphora;* mais, pour les *Epithemia,* cette conformation semble beaucoup plus étroitement liée au mode de vie que pour les *Amphora.* Les supports les plus riches sont surtout les algues filamenteuses à l'exception des Conjuguées; les *Œdogonium* et les *Cladophora* semblent particulièrement favorables.

Les *Epithemia* font presque complètement défaut dans le sud du bassin de la Mayenne, aux environs de Château-Gontier; mais elles sont très communes dans la vallée de la Loire (Etang de Serrant, bras morts de la Loire). Dans un cas comme dans l'autre cependant, il s'agit d'une eau très peu minéralisée — 27 mg. de Ca (en Ca 0) par litre — à pH voisin de 7,5. La cause de cette pauvreté en *Epithemia* de toute une région est encore à rechercher.

On rencontre en Anjou les quatre formes suivantes, dans les mêmes conditions et quelquefois mêlées les unes aux autres. Elles sont d'une fréquence à peu près égale, aucune n'est véritablement commune :

Epithemia Zebra (Ehr.) Ktz.;
— — var. *Porcellus* (Ktz.) Grun.;
— **turgida** (Ehr.) Ktz.;
— **Sorex** Ktz.

RHOPALODIA O. Müll.

Les *Rhopalodia,* dont la structure est analogue à celle des *Epithemia,* présentent le même mode de vie. Trois espèces sont représentées en Anjou.

Rhopalodia gibba (Ehr.) O Müll. et
Rhopalodia parallela (Grun.) O Müll. — Je cite en même temps ces deux espèces, car elles sont très voisines et fréquemment mêlées dans la nature. J'en ai rencontré une très grande abondance sur des tiges de *Typha* (st. 34). Dans cette récolte, les deux espèces passaient insensiblement l'une à l'autre, tant par la forme que par les dimensions; même les « stries aréolées », doubles chez *R. parallela*, simples chez *R. gibba*, sont d'une visibilité très variable. Je ne serais pas éloigné de croire qu'il s'agit d'une seule espèce et que *R. parallela* n'est qu'une variété de *R. gibba*, comme l'admet VAN HEURCK (*Syn.*, p. 139, pl. 32, fig. 1-5).

Au point de vue écologique, ces deux espèces me semblent nettement calciphiles : elles font complètement défaut dans toute la région siliceuse du sud de la Mayenne et sont communes dans plusieurs stations calcaires (st. 34, 35).

Rhopalodia gibberula (Ehr.) O. Müll. — A l'opposé des deux espèces précédentes, celle-ci est localisée dans les eaux faiblement minéralisées : il s'agit de tourbières (st. 38, 41), où elle est d'ailleurs peu abondante. HUSTEDT [76, *p.* 391] en fait une forme d'eau salée; elle a pourtant été signalée à diverses reprises en eau douce en France et en Belgique : VAN HEURCK (*Syn.*, p. 140), PERAGALLO (in PELLETAN, p. 242), COZETTE (53, p. 61).

CYLINDROTHECA Rabh.

Cylindrotheca gracilis (Bréb.) Grun. — J'ai observé cette espèce, la seule du genre, dans une ornière de chemin (st. 22), souillée de matières organiques d'origine animale. Elle y était abondante, mais sa végétation n'y fut qu'éphémère.

Cette espèce est considérée comme une forme halophile par HUSTEDT [76, *p. 393*]. Cependant elle a été signalée plusieurs fois dans les eaux douces en France : de BRÉBISSON (Algues des environs de Falaise, 1855) l'a observée pour la première fois en Normandie; PERAGALLO (in PELLETAN, p. 236) la note comme répandue en eau douce, de même COZETTE (p. 325), dans le nord de la France; AMOSSÉ (p. 40) la signale dans la Basse-Loire, à Indret, où l'eau de la Loire est encore douce, mais très proche de la région submarine, sujette dès lors à des apports constants par le mouvement des navires.

Hantzschia Grun.

Hantzchia amphioxys (Ehr.) Grun. — C'est une espèce très répandue. Au point de vue écologique, elle est caractérisée par une très grande résistance à la dessication et à un excès de matières organiques d'origine animale : c'est donc une espèce subaérienne; elle est fréquente dans les ornières des chemins (st. 18, 20, 22, 23), sur les rochers suintants intermittents (st. 31, 42, 49) et les mousses; c'est également une espèce mésosaprobe forte, même polysaprobe, qui se rencontre, à côté de *Pinnularia microstauron* v. *Brebissonii* et des Euglènes, dans les fossés recevant le purin des étables (st. 22).

Bacillaria Gmelin

Bacillaria paradoxa Gmel. est considérée par Hustedt [76, *p. 397*] comme une forme supportant des eaux très différemment salées (euryhaline). Elle est très rare dans la région. des Cilleuls [42, *p. 122*] la signale dans le plancton de la Loire et du Thouet à plusieurs reprises, dans une formation littorale de la Loire et sur une feuille de *Nuphar* dans le Thouet. Je l'ai rencontrée une seule fois dans une formation littorale de la Maine (Octobre 1934), en très petit nombre, très reconnaissable par le mouvement de glissement des individus les uns sur les autres.

Nitzschia Hassall.

Le grand groupe des *Nitzschia* comprend des types écologiques beaucoup plus variés que les autres groupes, celui des Navicules par exemple. On y trouve, en effet, des formes planctoniques (*N. actinastroides*), des formes de fond (*N. sigmoidea*), des formes épiphytes, fixées par un coussinet gélatineux (*N. amphibia*), des formes en tubes (*N. filiformis*), des formes en rubans, sur les rochers suintants (*N. Frustulum*). — Tous les types de stations en fournissent en plus ou moins grande abondance; les moins riches seraient les tourbières, et, en général, les eaux à pH faible, contenant des végétaux en décomposition.

Nitzschia Tryblionella Hantzsch. — Le type de l'espèce est très rare dans la région. J'en ai observé trop peu d'individus isolés, dans mes préparations, pour précised ses caractères écologiques.

Par contre, la variété *debilis* (Arnott) A. Mayer est assez répandue dans les rochers suintants (st. 42, 43, 49), dans les fossés, les ornières asséchant souvent et chargées de matières organiques d'origine animale (st. 18), plus rarement dans les tourbières (st. 41). C'est plutôt un type subaérien.

Nitzschia apiculata (Greg.) Grun., (pl. XV, fig. 4). — La présence de cette espèce, considérée par HUSTEDT [76, *p. 401*] comme une forme d'eau salée, n'a été que passagère (25 décembre 1931) dans un ruisseau exempt de toute trace de salure (st. 4). Je n'en connais qu'une mention dans la flore française [DU COLOMBIER, 46, *p. 17*].

Nitzschia hungarica Grun., (pl. XV, fig. 6). — Rare en Anjou; je l'ai observée dans deux localités seulement en nombre appréciable : dans un cas, il s'agit d'une douve à eau courante (st. 10); dans l'autre, d'un fossé à eau courante asséchant souvent. Sa présence dans cette dernière station, que j'ai suivie régulièrement, n'a d'ailleurs été que momentanée (17 nov. 1930).

Nitzschia angustata (W. Sm.) Grun. — Cette espèce que HUSTEDT [76, *p. 402*] note comme « répandue et abondante partout », est très rare dans notre région. Je n'en ai récolté que des individus isolés dans une formation littorale de la Sarthe, près de Sablé (décembre 1928).

Nitzschia dubia W. Sm. — C'est une espèce qui se rencontre sur les pierres des ruisseaux à eau vive et pure, à côté de *Navicula viridula* (st. 1). Elle est parfois assez fréquente dans ce genre de stations et fait complètement défaut ailleurs.

Nitzschia commutata Grun., (pl. X, fig. 5). — Je l'ai récoltée une seule fois sur un rocher suintant (st. 49) en quantité notable. D'après HUSTEDT [76, *p. 405*], la présence de *N. commutata* en eau douce semble douteuse. Cependant PERAGALLO [in PELLETAN, *p. 276*] la mentionne comme « répandue ».

Nitzschia sinuata W. Sm. — J'ai rencontré une seule fois dans un suintement calcaire (st. 47) un type faisant le passage avec la variété *Tabellaria* Grun., en proportion notable, parmi de nombreuses autres Diatomées, et correspondant exactement à la forme représentée dans l'Atlas de SCHMIDT (pl. 331, fig. 27). DES CILLEULS [42, *p. 128*] signale la variété *Tabellaria* dans le plancton et les formations littorales de la Loire et du Thouet. En dehors de ces localités, je ne l'ai jamais observée.

Nitzschia scalaris W. Sm. — Je cite seulement pour mémoire cette grande espèce considérée comme forme d'eau salée; elle fait défaut en Anjou; mais se rencontre néanmoins en eau douce en Loire-Inférieure, dans le Lac de Grand-Lieu et la Grande-Brière, où BIORET [24] la considère comme une relique marine.

Nitzschia linearis W. Sm. — C'est une espèce largement répandue, la plus commune du genre. On la rencontre dans presque tous les milieux, sauf dans les tourbières : en eau courante, dans les formations littorales des grands cours d'eau, sur les pierres (st. 1, 2) ou la boue du fond des ruisseaux (st. 9, 10, 11). Elle supporte bien un excès de matières organiques d'origine animale, ainsi que la dessication. Elle est très fréquente dans les petits fossés (st. 16, 17) et les rochers suintants (st. 42, 43, 46, 49), où elle peut être l'espèce dominante. C'est donc une forme peu spécialisée et essentiellement ubiquiste.

Nitzschia dissipata (Ktz.) Grun. et sa variété *media* Hantzsch., qui est beaucoup plus fréquente, sont très communes dans la région, mais exclusivement localisées aux eaux courantes des ruisseaux ne tarissant pas (st. 1, 2, 8, 9, 12) ou des grands cours d'eau, rives ou objets flottants (st. 26, 27, 28); elles manquent totalement dans les milieux souillés de matières organiques ou sujets à la dessication.

La variété *media* (pl. XV, fig. 1) se présente quelquefois en tubes gélatineux (st. 26, 27, 28). Ainsi que je l'ai signalé à propos de ce mode de végétation, la formation facultative de tubes a donné lieu à une confusion avec d'autres espèces vivant normalement en tubes (*Homeocladia*). VAN HEURCK

(*Syn.*, pl. 63, fig. 2 et 3) donne les renseignements suivants, au sujet de *N. dissipata* var. *media* : « *Homoeocladia filiformis* W. Sm. (teste Arnott), de Neyland, a des frustules tout-à-fait semblables à *N. dissipata* ». « Des échantillons de Monkland Canal, déterminés par Arnott comme *Homoeocladia filiformis*, sont identiques à *H. germanica* de Richter. » On ne peut cependant confondre *N. dissipata* avec *H. filiformis* = *Nitzschia filiformis* (W. Sm.) Hust., qui n'a pas les mêmes dimensions et possède des stries bien apparentes, alors que celles de *N. dissipata* sont invisibles. Quant à *H. germanica*, RICHTER [124, *p. 65*], dans sa diagnose, ne parle pas des stries, mais la forme légèrement sigmoïde du frustule, la taille plus grande et le nombre des points carénaux — 9 au lieu de 6 à 8 pour *N. dissipata* — ne prêtent pas à confusion.

Nitzschia microcephala Grun. — Je n'ai fait qu'une récolte, mais riche, de cette espèce sur des feuilles de *Myriophyllum* et de *Ranunculus aquatilis*, dans la Mayenne (22 février 1927). Sa petite taille peut la laisser facilement passer inaperçue, lorsqu'elle ne se trouve pas en colonies abondantes.

Nitzschia amphibia Grun. (pl. XV, fig. 8 *b*). — C'est surtout une espèce épiphyte (st. 29, 32). CHOLNOKY [40, *p. 321*] l'a observée fixée aux macrophytes par un coussinet gélatineux. J'ai cherché à retrouver cette disposition, mais n'ai rien pu voir de semblable pour cette espèce, bien que j'aie rencontré d'autres *Nitzschia* indubitablement fixés au support par une extrémité, à la façon d'un *Synedra*. — *N. amphibia* est plus rare dans les ruisseaux à eau vive (st. 1) et les rochers suintants (st. 43).

Nitzschia Heufleriana Grun. — Espèce d'eau courante, assez répandue et abondante sur les pierres des ruisseaux à eau vive (st. 1) et dans les formations littorales des grands cours d'eau.

Nitzschia Frustulum (Ktz.) Grun. var. *perpusilla* (Rabh.) Grun. — C'est une forme exclusive de plusieurs suintements de la région (st.. 42, 43, 46), où elle constitue parfois l'organisme dominant. Les frustules sont généralement accolés en courtes bandes de 4 ou 5, comme le cas en est fréquent dans ce genre de stations.

Nitzschia romana Grun. (pl. XV, fig. 8 *a*). — Présente à peu près la même écologie que *N. Heufleriana*, qu'elle accompagne souvent, c'est-à-dire qu'elle fréquente les ruisseaux à eau vive (st. 1), les rives, les macrophytes ou les objets flottants des grands cours d'eau (st. 27). Je n'en trouve pas mention dans la flore française.

Nitzschia fonticola Grun. — Très abondante sur les macrophytes et les objets flottants, dans la Maine (st. 26, 27), mais non observée ailleurs.

Nitzschia Palea (Ktz.) — HUSTEDT [76, *p. 416*] considère cette espèce comme très abondante dans les eaux souillées. Je l'ai rencontrée une fois en faible quantité dans ces conditions; mais d'autres fois, au contraire, en beaucoup plus grande abondance en eau courante (st. 11), sur la boue d'un ruisseau, et, en quantité non moindre, en milieu calcaire, avec *N. Kutzingiana* f. *terrestris*, dans un trou d'eau d'une carrière de faluns (St.-Saturnin, M.-et-L.)

Nitzschia Kützingiana Hilse, (pl. XV, fig. 3 *c*). — Je n'ai jamais rencontré une forme susceptible d'être ramenée au type de l'espèce; par contre la forme *terrestris* PETERSEN [115, *p. 407*], dont les stries sont invisibles, est extrêmement abondante dans la région, dans des milieux très divers, particulièrement dans les ornières ou les fossés asséchant facilement et riches en matières organiques d'origine animale (st. 16, 18, 21, 22, 23), à côté de *Navicula cincta* et *Pinnularia microstauron* v. *Brebissonii*. Pour certains auteurs (PERAGALLO, in PELLETAN, p. 277), *N. Kützingiana* Hilse est synonyme de *N. Palea* Ktz. Je ne serais pas éloigné de croire, en effet, que principalement la forme *terrestris*, dont il s'agit ici, n'est qu'un *N. Palea* de petites dimensions (20 µ) et à stries invisibles. La distinction entre *N. Palea*, *N. Kutzingiana* et l'espèce suivante, *N. paleacea*, est d'ailleurs des plus délicates.

Nitzschia paleacea Grun. — Espèce très répandue dans des milieux divers, souvent associée à l'une des deux précédentes, avec lesquelles la confusion est facile (st. 10, 27, 28, 43, 48). C'est à *N. paleacea* que j'ai rapporté l'espèce vivant en tubes sur un ponton de la Mayenne (pl. XV, fig. 2), ainsi que les frustules vivant en symbiose (?) dans les tubes de

Cymbella prostrata (pl. XIV, fig. 6), de *Navicula viridula* et de *Frustulia vulgaris* [GERMAIN, 64, *p.* 447]. Cette espèce est signalée en Belgique par V. HEURCK (*Syn.*, p. 183), mais je n'en connais aucune mention dans la flore française.

Nitzschia gracilis Hantzsch. — Je n'ai fait qu'une seule récolte, mais assez abondante, de cette espèce, sur la boue d'un ruisseau (st. 10), où elle était mêlée à de nombreuses espèces. Sa présence aurait été déjà signalée en Normandie par DE BRÉBISSON et dans le Médoc par PERAGALLO; mais ce dernier lui-même (*in* PELLETAN, p. 276) la considère comme douteuse.

Nitzschia communis Rabh. — En dehors d'une colonie pure, qui provient d'une flaque d'eau devant la bouche d'un four à chaux éteint depuis quelques semaines, ce qui indique une résistance particulière au calcaire (pH = 8,4), cette espèce est relativement rare et localisée à quelques suintements (st. 49).

Nitzschia sigmoidea (Ehr.) W. Sm. — C'est une forme très fréquente des fonds de boue des ruisseaux à eau calme (st. 8, 9, 12, 13), moins abondante en eau vive (st. 1) et sur les macrophytes (st. 31). Elle supporte bien le calcaire (st. 35). Elle constitue parfois l'organisme dominant sur la boue, associée à *Navicula cuspidata* et *Cymatopleura Solea* (cf. *N. cuspidata* et st. 13).

Nitzschia vermicularis (Ktz.) Grun. — Beaucoup moins fréquente que l'espèce précédente à laquelle elle est quelquefois associée. Je lui connais seulement deux stations (st. 9, 12), où elle est abondante.

Nitzschia Clausii Hantzsch. — Rencontrée une seule fois, sur un ponton de la Mayenne (st. 28), en quantité notable.

Nitzschia filiformis (W. Sf.) Hust. — Cette espèce manque complètement en Anjou; mais elle est très abondante dans l'Erdre, à Nantes, où elle vit en tubes muqueux, fixée aux macrophytes et aux objets flottants (st. 29). Elle est considérée comme une forme d'eau salée ou saumâtre; sa présence dans la partie inférieure du cours de l'Erdre peut donc être expliquée de deux façons : ou bien elle résulte d'un apport dû

aux bateaux qui passent de la région maritime de la Loire dans l'Erdre, ou bien c'est une relique marine, de la même nature que *Nitzschia scalaris* et *Gyrosigma Peisonis* [BIORET 24]. Le cours inférieur de l'Erdre présente, en effet, une étroite relation avec la Grande-Brière et le Lac de Grand-Lieu, et les deux espèces reliques que je viens de citer se trouvent également dans l'Erdre [AMOSSÉ, 13, *p. 26, 38*].

Nitzschia ignorata Krasske, (pl. XV, fig. 7). — Cette espèce est nouvelle pour la flore française. Elle existe dans une seule station, une tourbière des environs d'Angers (st. 38). Elle y est commune et fixe. Son habitat semble donc un peu différer ici de celui que lui reconnaît KRASSKE [82, *p. 355*, fig. 23], étangs et fossés. Son identification me semble cependant certaine : la forme sigmoide, la taille (60-90 μ), le nombre des points carénaux (9 à 10 en 10 μ) et les stries fines, mais bien visibles (36 en 10 μ), sont caractéristiques.

Nitzschia Lorenziana Grun. — Quelques individus seulement proviennent d'un ponton de la Mayenne (st.28). Il est à remarquer qu'ils accompagnaient *N. Clausii* et que ces deux espèces sont considérées comme halophiles, bien qu'il s'agisse ici du plein courant de la Mayenne, où il n'y a pas trace de salure.

C'est vraisemblablement la première fois qu'il est fait mention de cette espèce dans la flore d'eau douce de France. Elle est signalée en mer (Villefranche) par PERAGALLO (*in* PELLETAN, p. 277).

Nitzschia acicularis W. Sm. — Se rencontre en général en quantité assez considérable dans des stations diverses : sur la boue des ruisseaux (st. 11), en eau courante, fixé sur des racines de Graminées avec *Synedra Acus* (st. 14), ou vivant en association avec *Navicula pelliculosa* dans des lames muqueuses, sur la paroi d'écoulement d'une fontaine [GERMAIN, 64, *p. 447*]. — HUSTEDT [76, *p. 423*] considère cette espèce comme planctonique; DES CILLEULS [42, *p. 59*] la signale aussi dans la Loire, où elle est très abondante par périodes, mais non en temps de crue : on doit donc la considérer comme une planctonique facultative.

Nitzschia actinastroides (Lemm.) Van Goor. — Je cite

seulement pour mémoire cette espèce que je n'ai rencontrée dans aucune de mes récoltes. DES CILLEULS (*p. 123*) l'a signalée en abondance dans le plancton de la Loire, pendant trois étés de suite (1925-26-27). Certains auteurs continuent à classer cette forme essentiellement planctonique parmi les *Synedra*. Or les mouvements d'ensemble de la colonie observés au Laboratoire de Botanique d'Angers démontrent péremptoirement qu'il s'agit bien d'un *Nitzschia* et non d'un *Synedra* qui, dépourvu de raphé, ne saurait être doué de mouvement propre.

CYMATOPLEURA W. Sm.

Cymatopleura Solea (Bréb.) W. Sm. — C'est la plus répandue. Elle est parfois très abondante sur la boue du fond des ruisseaux n'asséchant pas (st. 9, 13), plus rare sur les pierres, en eau vive (st. 1, 2), et dans les fossés qui deviennent facilement à sec (st. 17). J'en ai fait une récolte absolument pure sur le bord d'une douve (st. 10).

Cymatopleura elliptica (Bréb.) W. Sm. — C'est un organisme des grands cours d'eau, très rare dans les ruisseaux.

La variété *nobilis* (Hantzsch.) Hust. est plus fréquente que le type de l'espèce. Cette variété est aussi commune dans le plancton sensu stricto, c'est-à-dire dans le plancton d'une eau parfaitement reposée, en dehors de toute période de crue, que dans les formation littorales. Je la considère, en Anjou, comme une planctonique facultative.

STENOPTEROBIA Bréb.

Stenopterobia intermedia Lewis. — Cantonnée dans quelques tourbières (st. 38), ce qui concorde d'ailleurs avec les indications de HUSTEDT [76, *p. 429*].

SURIRELLA Turpin

On trouve des Surirelles dans des milieux très variés; certaines espèces méritent pourtant une mention très spéciale pour leur écologie. Ce sont les grandes formes telles que *S.*

Capronii, S. robusta, S. elegans, qui me semblent essentiellement planctoniques. Dans presque toute la période hivernale, lorsque les crues ne troublent pas la flore planctonique par l'apport d'éléments benthiques arrachés à leur support, ces espèces y sont communes au milieu d'autres espèces, telles que *Melosira ambigua* et *Asterionella gracillima,* alors qu'au même moment elles sont exceptionnelles dans une flore littorale du même cours d'eau très riche en Diatomées. Malgré ce qu'il peut y avoir d'étonnant à trouver de telles formes dans le plancton, je suis forcé d'admettre que c'est là leur lieu de multiplication, car je n'en ai jamais trouvé autre part. D'ailleurs West (*p. 437*) attribue aux Surirelles un rôle très important dans le plancton, en particulier pour *S. robusta* v. *splendida. S. biseriata et S. linearis,* en Angleterre; les grands lacs africains (Nyassa et Tanganyka) renferment aussi beaucoup de Surirelles planctoniques. Hustedt [76, *p. 433*] mentionne également *S. biseriata* dans le plancton. En Anjou, les Surirelles propres au plancton ne sont pas exactement les mêmes que celles indiquées par ces auteurs (*S. robusta* v. *splendida, S. biseriata, S. linearis*). Ces trois espèces se rencontrent, il est vrai, dans le plancton, mais j'en ai découvert des lieux de développement à l'état benthique; les espèces particulières au plancton sont, pour nos grands cours d'eau, *S. elegans, S. Capronii, S. robusta.*

Surirella biseriata Bréb. — Elle est fréquente en hiver dans le plancton, mais j'en ai fait aussi une récolte très abondante dans une tourbière (st. 41).

Surirella linearis W. Sm. — On la rencontre quelquefois dans le plancton, mais elle est surtout commune dans quelques tourbières (st. 38, 41), où elle passe à la variété *constricta.*

Surirella Moelleriana Grun., (pl. XVI, fig. 5 à 7). — Cette espèce n'existe pas en Anjou. Elle est fréquente dans les ruisseaux avoisinant la côte de l'Océan, complètement soustraits cependant à l'action de la marée, et dans la Grande-Brière; j'en ai récolté aussi quelques individus dans un suintement (st. 46).

Hustedt [76, *p. 435*] la signale comme très rare, confinée

aux côtes de la Baltique et vraisemblablement halophile. Elle serait peut-être à rapprocher des formes reliques, telles que *Nitzchia scalaris* et *Gyrosigma Peisonis* [BIORET, 24].

J'ai représenté plusieurs formes de cette belle espèce provenant d'une même préparation d'une récolte de la Grande-Brière. C'est encore un exemple de la variation énorme de la taille (24-80 μ de long); la taille des petits individus se trouve notablement inférieure aux données de HUSTEDT (35 μ).

Surirella delicatissima Lewis, (pl. XVI, fig. 4. — Pour HUSTEDT [76, *p. 437*], c'est une espèce de montagne. En Anjou, elle est exclusivement cantonnée dans les tourbières (st. 38, 41), où elle se trouve parfois en quantité importante. Je ne connais aucune mention de cette espèce dans la flore française.

Surirella robusta Ehr. — Le type de l'espèce est strictement planctonique (Mayenne, Sarthe, Maine, Loire). La variété *splendida* se rencontre çà et là sur la boue ou les pierres des ruisseaux (st. 9, 11) : c'est précisément cette variété qui est considérée comme planctonique par WEST (loc. cit.).

Surirella Capronii Bréb. — Exclusivement planctonique (Mayenne, Sarthe, Maine, Loire, Etang Saint-Nicolas), dans la période automnale et hivernale.

Surirella elegans Ehr. — Egalement planctonique, toujours associée à la précédente.

Surirella ovalis Bréb., (pl. XVI, fig. 1). — Pour HUSTEDT [76, *p. 441*], c'est une forme d'eau salée et saumâtre. Elle est cependant commune dans quelques rochers suintants (st. 42, 46, 47, 49) et quelquefois dans les fossés asséchant facilement (st. 17), en eau absolument douce. C'est une espèce nettement subaérienne : elle manque totalement dans les grands cours d'eau et les ruisseaux n'asséchant pas.

Surirella ovata Ktz. — De mes diverses récoltes, il me semble ressortir qu'il existe deux formes quelque peu différentes : la première, représentant le type de l'espèce, (pl. XVI, fig. 2), variable comme dimensions, mais très fixe comme forme, fréquente les ruisseaux n'asséchant pas, à côté de *Navicula viridula* (st. 1, 8, 10); la seconde, à carapace moins

robuste est plus polymorphe, (pl. XVI, fig. 3 *a*), et presque toujours mêlée aux variétés *pinnata* W. Sm. (pl. XVI, fig. 3 *c*), et *apiculata* W. Sm. (pl. XVI, fig. 3 *b*) : on la rencontre aussi dans les ruisseaux à eau vive.

La variété *apiculata* W. Sm. a une très large répartition; elle supporte fort bien la dessication et un excès de matières organiques d'origine animale (st. 1, 19); cette variété *apiculata* est séparée de l'espèce par Hustedt [76, *p. 435*] sous le nom de *Surirella angusta* Ktz. Cependant je la crois inséparable de l'espèce, à laquelle elle est très souvent mêlée et avec laquelle elle présente toutes les formes de passage.

Surirella spiralis Ktz. — Espèce rare cantonnée à quelques tourbières (st. 35).

Campylodiscus Ehr.

Campylodiscus noricus Ehr. — Seule la variété *hibernica* (Ehr.) Grun. est représentée en Anjou. Elle accompagne en faible proportion les grandes Surirelles planctoniques; mais elle est surtout fréquente sur le fond des ruisseaux (st. 1) et sur les rives des grands cours d'eau.

TABLEAUX
RÉCAPITULATIFS

	Plancton	Pierres des ruisseaux à eau vive	Boue des ruisseaux à eau calme	Formations littorales des grands cours d'eau	FOSSÉS et ORNIÈRES			Objets morts flottants	Macrophytes	Tourbières	Rochers suintants
					eau pure	eau souillée					
						matières organiq. animales	matières organiq végétales				
Melosira varians											
— *granulata*		—						—		—	
— — *v. angustissima*	—										
— *ambigua*	—										
— *Roeseana*	—										
— *arenaria*											
Cyclotella Kutzingiana											—
— *stelligera*									—		
— *ocellata*											
— *Meneghiana*											
— *Comta*									—		
— *glomerata* ?											
Stephanodiscus Astræa	—								—		
— *Hantzschii*											
Attheya Zachariasi									—		
Tabellaria fenestrata	—										
— *flocculosa*									—	—	
Diatoma vulgare									—	—	
— — *v. linearis*		—	—					—			
— *elongatum*											
— — *v. tenuis*	—	—									
Meridion circulare											
— — *v. constricta*		—			—	—					
Centronella Reicheltii											
Fragilaria crotonensis					—	—					
— *capucina*	—										
— *intermedia*	—				—			—		—	
— *construens*											
— — *v. binodis*											
— — *v. venter*											
— *pinnata*											
— — *v. lancettula*											
— *virescens*											
— *v. elliptica*											
Asterionella gracillima									—		
Synedra Ulna	—									—	
— — *v. oxyrhynchus*		—	—	—			—	—			

	Plancton	Pierres des ruisseaux à eau vive	Boue des ruisseaux à eau calme	Formations littorales des grands cours d'eau	FOSSÉS et ORNIÈRES			Objets morts flottants	Macrophytes	Tourbières	Rochers suintants et mousses
					eau pure	eau souillée					
						matières organiq. à imales	matière organiq. végétales				
Synedra capitata									—		
— *Acus*					—				—		
— — *v. radians*									·		
— — *v. angustissima*	—										
— *rumpens*		—							—		
— — *v. fragilarioides*									·		
— *affinis*									—		
— *pulchella*		·							—		
— *Vaucheriæ*		—			—			—	—		
— — *v. capitellata*		—			—			—	—		
— *parasitica*									—		
Eunotia robusta v. tetraodon										—	
— *Arcus*									·	·	
— *exigua*									·		—
— *pectinalis*							—		—	—	—
— — *v. minor f. impressa*									·	·	·
Eunotia pectinalis v. ventralis										—	
— *lunaris*						—				—	—
— *alpina*										·	
Cocconeis Pediculus									—		
— *Placentula*									—		—
— *Disculus*				·							
Eucocconeis flexella									—		
— *lapponica*									·		
Achnanthes microcephala											—
— *minutissima*									—		—
— — *v. cryptocephala*		·						—	—		—
— *exigua v. heterovalvata*									·		
— *Clevei*											·
— *Peragalli*								·			
— *lanceolata*		·	·	·	—	—	—				
— *coarctata*											—
Rhoicosphenia curvata		—		·			—	—			
Mastogloia Smithii v. lacustris									—		—
— *Grevillei*									·		
Amphipleura pellucida		·							—		
Frustulia rhomboides				·				·	·		

	Plancton	Pierres des ruisseaux à eau vive	Boue des ruisseaux à eau calme	Formations littorales des grands cours d'eau	FOSSÉS et ORNIÈRES			Objets morts flottants	Macrophytes	Tourbières	Rochers suintants et mousses
					eau pure	eau souillée					
						matières organiq. animales	matières organiq. végétales				
Frustulia rhomboides v. saxonica f. capitata											
— *vulgaris*										—	—
— — *v. capitata*		—						—	—		
Gyrosigma acuminatum											
— *attenuatum*			—	—							
Gyrosigma Spencerii		—	—	—				—			
Caloneis Amphisbaena		—									
— *Bacillum*											
— *Silicula*									—		
Neidium bisulcatum											
— *affine v. amphyrhynchus*										—	
— — — *f. undulata*			—								
— *Iridis*											
— *v. amphigomphus*										—	
— *productum*					—						
Diploneis ovalis v. oblongella						—					
— *oculata*										—	—
— *marginestriata*											—
— *elliptica*											
Stauroneis Phoenicenteron											—
— *anceps*			—							—	
— — *f. gracilis*		—		—		—					—
— *Alabamae v. angulata*		—									
— *acuta*								—			
— *Smithii*											
Anomoeoneis sphaerophora		—				—					
— *serians v. brachysira f. thermalis*											
— *exilis*											—
Navicula cuspidata											
— — *v. ambigua*		—		—							
— *halophila f. subcapitata*											
— *minima v. atomoides*											—
— *Seminulum v. fragilarioides*											—
— *mutica*	—									—	

	Plancton	Pierres des ruisseaux à eau vive	Boue des ruisseaux à eau calme	Formations littorales des grands cours d'eau	FOSSÉS et ORNIÈRES			Objets morts flottants	Macrophytes	Tourbières	Rochers suintants et mousses
					eau pure	eau souillée					
						matières organiq. animales	matières organiq. végétales				
Navicula mutica v. Cohnii						—					
— — *v. ventricosa*											·
— — *v. nivalis*											—
— *binodis*			·	·					·		
— *contenta v. biceps*											—
— — *v. parallela*											—
— *perpusilla*											—
— *fragilarioides*											—
— *americana*									—		
— *Bacillum*			—	·					·		
— *Pupula*			—							—	
— *pelliculosa*		—					—				
— *muralis*											—
— *Atomus*		·			·	·					
— *minuscula*											—
— *vitrea*										·	·
— *cocconeiformis*										—	
— *cryptocephala*		—	—	—	—	—	·	—	—		
— — *v. veneta*		—	—	—				—	·		
— — *v. lancettula*											—
— — *v. intermedia*		—	—	—				—	·		
— *gothlandica*		—	—	—	—	—					
— *rhynchocephala*		·	—	·							
— *rostellata*			—	·							
— *viridula*		—	·	—				·	·		
— — *v. capitata*		·									
— — *v. slesvicensis*		·	—	·	—	—					
— *hungarica v. capitata*		·	—	·	·	—					
— *cincta*											·
— — *v. Heufleri*					—	—					
— *radiosa*		—	—	—	·	·	·	—	—	·	
— — *v. tenella*		·	·	—				—	—		
— *gracilis*		—	—	—							
— *Menisculus*				·							
— *laterostrata*				·							
— *falaisiensis*											—
— — *v lanceola*											—

	Plancton	Pierres des ruisseaux à eau vive	Boue des ruisseaux à eau calme	Formations littorales des grands cours d'eau	FOSSÉS et ORNIÈRES			Objets morts flottants	Macrophytes	Tourbières	Rochers suintants et mousses
					eau pure	eau souillée					
						matières organiq. animales	matières organiq. végétales				
Navicula dicephala					.	—					
— *anglica*				.					.		
— *Gastrum*									.		
— *lanceolata*		.	.	.				.	.		
— *oblonga*											
— *Tuscula*									.		
— *pusilla*											
— *pygmaea*			.	.							
Pinnulalia gracillima										.	
— *sublinearis*									.		
— *leptosoma*		.		.							.
— *fasciata*				.					—		
— *appendiculata*										.	—
— *subcapitata*										—	—
— *interrupta*									.	—	
— *mesolepta*			.		—					.	
— — *f. angusta*					.					.	
— *Brunii*									.		
— — *v. amphicephala*										—	
— *globiceps*		—									
— *divergentissima*										.	
— *microstauron*										.	
— — *v. Brebissonii*					.	—					
— *Legumen*			.							.	
— *divergens*										—	
— *alpina*										.	
— *borealis*											—
— *gibba*			—							—	
— *stomatophora*										—	
— *hemiptera*										—	
— *acrosphaeria*									.	—	
— *nodosa*										—	
— *major*					—				.	—	
— *viridis*		.	.	.	—	—	—	.	.	—	—
— *gentilis*			—								
— *nobilis*										—	
— *streptoraphe*										—	

	Plancton	Pierres des ruisseaux à eau vive	Boue des ruisseaux à eau calme	Formations littorales des grands cours d'eau	FOSSÉS et ORNIÈRES			Objets morts flottants	Macrophytes	Tourbières	Rochers suintants et mousses
					eau pure	eau souillée					
						matières organiq. animales	matières organiq. végétales				
Pinnularia cardinalis											
Amphora ovalis											
— *v. Pediculus*											
— *perpusilla*											
— *Normanii*											
— *veneta*											
Cymbella microcephala											
— *Cesatii*											
— *leptoceras*											
— *obtusiuscula*											
— *pusilla*											
— *Ehrenbergii*											
— *naviculiformis*											
— *prostrata*											
— *turgida*											
— *ventricosa*											
— *gracilis*											
— *aequalis*											
— *tumidula*											
— *affinis*											
— *parva*											
— *Cistula*											
— — *v. maculata*											
— *lanceolata*											
— *helvetica*											
— — *v. curta*											
— *aspera*											
— *tumida*											
Gomphonema acuminatum											
— — *v. coronata*											
— — *v. Brebissonii*											
— *Augur*											
— — *v. Gautieri*											
— *parvulum*											
— — *v. lagenula*											
— *angustatum v. producta*											
— *longiceps v. subclavata*											

	Plancton	Pierres des ruisseaux à eau vive	Boue des ruisseaux à eau calme	Formations littorales des grands cours d'eau	FOSSÉS et ORNIÈRES			Objets morts flottants	Macrophytes	Tourbières	Rochers suintants et mousses
					eau pure	eau souillée					
						matières organiq. animales	matières organiq. végétales				
Gomphonema intricatum											
— *intricatum v. pumila,*											—
— *lanceolatum v. insignis.*											—
— *gracile*											
— *subtile v. Sagitta*										—	
— *constrictum*		—							—		
— — *v. capitata*		—						—	—		
— *olivaceum*		—						—	—		
Denticula tenuis								—	—		
— *elegans*											—
Epithemia Zebra v. porcellus											—
— *turgida*									—		
— *Sorex*									—		
Rhopalodia parallela									—		
— *gibba*									—		
— *gibberula*									—		
Cylindrotheca gracilis										—	
Hantzschia amphioxys						—					
Bacillaria paradoxa				•	—	—					
Nitzschia Tryblionella				•							
— — *v. debilis*				•							
— *apiculata*		•			•	—					—
— *hungarica*			•		•						
— *angustata*											
— *dubia*		—									
— *commutata*											—
— *sinuata*											—
— *linearis*		—	—	—	—	—		•	•		—
— *dissipata*		—	—	—				—	—		
— *microcephala*									—		
— *amphibia*		—							—		
— *Heufleriana*		—		—					—		
— *Frustulum*											
— *romana*		—		•				—	•		—
— *fonticola*								—			
— *Palea*		•	—	•					•		
— *Kutzingiana fo. terrestris*		•	•	•	—	—					•

	Plancton	Pierres des ruisseaux à eau vive	Boue des ruisseaux à eau calme	Formations littorales des grands cours d'eau	FOSSÉS et ORNIÈRES			Objets morts flottants	Macrophytes	Tourbières	Rochers suintants et mousses
					eau pure	eau souillée					
						matières organiq. animales	matières organiq. végétales				
Nitzschia paleacea		.	.	.				—	—		—
— *gracilis*			—								—
— *communis*											—
— *sigmoidea*		—	—	—				—	.		
— *vermicularis*		.	—	.							
— *Clausii*								.			
— *filiformis*								—			
— *ignorata*										—	
— *Lorenziana*									.		
— *acicularis*		.	—	.	—			.	.		
— *actinastroides*	—										
Cymatopleura Solea		.	—	.	.	.		.	.		
— *elliptica*	.	.		.				.	.		
— — *v. nobilis*	—	.		—				.	.		
Stenopterobia intermedia										—	
Surirella biseriata										—	
— *linearis*										—	
— — *v. constricta*										—	
— — *v. helvetica*								.			
— *Moelleriana*											.
— *delicatissima*										—	
— *robusta*	.										
— — *v. splendida*		.	.	.							
— *Capronii*	—										
— *elegans*	—										
— *ovalis*					—						—
— *ovata*		—	.	—							
— — *a. apiculata*		—	—	—	—	.	.	.			—
— — *v. pinnata*		.	.	.	.						
— *spiralis*											.
Campylodiscus noricus v. hibernica		—	.	.							

RÉSUMÉ GÉNÉRAL ET CONCLUSIONS

En vue de déterminer les lieux de développement des Diatomées d'eau douce et de préciser quelques relations des diverses espèces avec l'habitat, j'ai étudié un grand nombre de stations de la région du Maine-Anjou, aussi variées que possible : pleine eau des rivières et des étangs (formes planctoniques); fond des ruisseaux à eau vive ou calme, fossés et ornières à eau pure ou souillées de matières organiques d'origines diverses; objets morts flottants; macrophytes; tourbières, rochers suintants, (formes benthiques).

1). Le nombre d'espèces ou variétés observées atteint 295, dont 93 ont été caractérisées comme dominantes ou abondantes dans une station donnée; 55 de ces espèces ont été observées en colonies presque pures, donnant ainsi par leur multiplication intensive des renseignements de premier ordre touchant les exigences ou les préférences écologiques de chacune d'elles.

2). Si l'on considère la faible proportion des florules élémentaires, où de nombreuses espèces s'ajoutent en quantité plus ou moins notable à l'espèce dominante, le défaut fréquent de dominance d'une espèce quelconque dans les florules, on ne doit pas s'attendre à une détermination précise des exigences écologiques de la majorité des espèces.

3). Même pour certaines espèces dont l'habitat, dans notre région, semble défini, les renseignements fournis ici n'ont pas la prétention de dépasser la valeur d'un document partiel. En comparant les données des divers auteurs, on est surpris des divergences, sinon des contradictions qu'on y rencontre au sujet d'une même espèce; par exemple, *Melosira arenaria*, ainsi que je l'ai mentionné, est une forme de rochers suin-

tants pour les uns, une forme des grandes profondeurs pour les autres ou, pour d'autres encore, un habitant des mousses bordant les ruisseaux sableux. J'ai fait ressortir moi-même à plusieurs reprises des différences importantes entre mes observations et celles des chercheurs antérieurs. C'est ainsi qu'HUSTEDT ne signale pas dans le plancton *Fragilaria crotonensis*, que je n'ai jamais rencontré fixé en Anjou, alors qu'il considère comme planctoniques, et même pélagiques, des espèces telles que *Cyclotella Comta, Tabellaria fenestrata, Nitzchia acicularis*, qui sont éminemment benthiques dans notre région; *Gyrosigma acuminatum* et *G. attenuatum*, qu'il signale dans les eaux de toutes sortes (même stagnantes) sont nettement localisés en Anjou dans les eaux courantes, ruisseaux ou grands cours d'eau.

Autant d'indications dont on peut tirer la conclusion : le plus grand nombre de nos Diatomées d'eau douce n'ont pas d'exigences écologiques nettement déterminées, ou bien leur développement et leur distribution dépendent de facteurs élémentaires, physiques ou chimiques, insoupçonnés ou trop délicats pour une analyse ordinaire, mais présents néanmoins dans des stations d'allures très diverses.

4). Il est difficile de reconnaître dans l'écologie des Diatomées, des associations élémentaires précises, c'est-à-dire des groupements d'espèces toujours les mêmes, se développant aux mêmes points. C'est pourquoi je n'ai pas cru utile d'employer, ainsi que l'ont fait plusieurs auteurs, une terminologie d'allure très scientifique, mais à mon avis sans fondement sérieux dans le cas présent, qui consiste à désigner une association par le nom de l'espèce dominante. Si j'avais appliqué une telle méthode, j'aurais été amené à multiplier les expressions telles que *Melosiretum Roeseanae, Pinnularietum Brebissonii* : pour un même ruisseau par exemple, j'aurais dû attribuer dans certains cas, à une pierre un *Naviculetum viridulae*, à une autre pierre voisine un *Naviculetum gracilis*, à une troisième un *Gomphonemetum olivacei;* l'année suivante le *Naviculetum* serait devenu un *Gomphonemetum* etc... J'ai fait ressortir en particulier l'extrême variabilité de la flore des rochers suintants d'une année à l'autre : ainsi le même suintement aurait été caractérisé une année par un *Melosire-*

tum Roeseanae, l'année suivante par un *Amphoretum venetae*, la troisième par un *Nitzschietum linearis*, etc.

Tout ce que l'on peut dire, c'est que des stations d'un type écologique présentent toujours un certain nombre d'espèces qui s'y développent abondamment, alors qu'elles sont rares ailleurs ; on peut les considérer comme caractéristiques de ce type écologique; mais tantôt c'est une espèce qui domine, tantôt une autre; l'espèce dominante ici est absente ailleurs, l'espèce dominante aujourd'hui manquera l'année suivante au même point et à la même époque. Le milieu écologique a-t-il essentiellement changé ? On n'a aucune raison de le croire. On est plutôt tenté de penser que la multiplication de telle espèce, en un point donné, à un moment donné, est l'effet du hasard, tout au plus un simple fait de premier occupant. Dans ces conditions, quelle est la valeur écologique de ces prétendues associations élémentaires, qui n'ont de constance ni dans leur composition, ni dans le choix de leur quartier ?

5). Toutes ces restrictions étant admises, on peut cependant caractériser un certain nombre d'espèces sinon comme exclusives, du moins comme nettement préférentielles.

A.) Les **formes planctoniques** typiques se réduisent à un très petit nombre : *Asterionella gracillima, Melosira ambigua, M. granulata, Attheya Zachariasi, Fragilaria crotonensis, Nitzschia actinastroides*. Je dois noter en particulier le faible développement chez nous du type tambour (*Cyclotella*) si caractéristique des grands lacs de l'Europe centrale.

Cette faible proportion de Diatomées planctoniques s'explique, en partie du moins, par le défaut de véritables lacs dans notre région; nos masses d'eau les plus étendues ne sont que de grands étangs peu profonds, où les macrophytes s'établissent en une ceinture plus ou moins large, quand ils ne constituent pas des ilôts dans toute l'étendue de l'étang; on ne saurait donc y trouver une véritable région pélagique telle qu'on en voit dans les lacs larges et profonds de la Suisse et surtout dans la mer. L'influence de la région littorale toute proche est toujours, dans ces conditions, plus ou moins sensible et la séparation des zones, littorale et pélagique, jamais très nette. Jusqu'à quel point même les formes admises dans ce mémoire comme planctoniques peuvent-elle être considé-

rées comme possédant une écologie différente de celle des formes littorales, il est difficile de le préciser : au centre de l'étang, en eau libre et tranquille, ce sont les seules Diatomées que ramène le filet d'Apstein; elles y prospèrent et se multiplient, c'est certain; mais cette distribution particulière correspond-elle à des conditions chimiques spéciales, trouvant une meilleure réalisation que sur les bords ou sur le fond ?; ou bien est-elle due seulement à une organisation spéciale de la cellule ou à une disposition particulière de la colonie, qui donne à l'organisme une plus grande capacité de flottaison ? Cette question a déjà été agitée, à diverses reprises, par les spécialistes de l'hydrobiologie; plusieurs d'entre eux ont rencontré dans la région littorale, à l'état benthique, en plein développement, des espèces considérées comme les plus typiquement planctoniques, *Asterionella gracillima* par exemple; ils en ont conclu que les besoins physiologiques de ces espèces n'étaient pas autrement spécialisés. Pour ma part, me tenant dans les limites de ce travail, je ferai remarquer seulement que je n'ai jamais rencontré les formes en question, dans la région littorale, que comme un élément tout-à-fait accessoire de la flore diatomique : leur véritable « lieu de multiplication » est la pleine eau de l'étang ou de la rivière, leur état normal l'état planctonique.

A côté de ces espèces strictement planctoniques un certain nombre d'autres que j'ai qualifiées de **semi-planctoniques** jouent parfois un rôle important dans le plancton : ce sont les formes coloniales soit en filament (*Melosira varians*), soit en ruban (*Fragilaria capucina*), soit en zig-zag (*Diatoma vulgare, D. elongatum*), dont la colonie est fixée par une de ses extrémités au moyen de mucus. La moindre agitation de l'eau fait flotter les colonies; la grande surface offerte par l'ensemble de la colonie d'une part, et la faible adhérence au support d'autre part, font que de telles espèces sont facilement arrachées et constituent un plancton facultatif parfois très abondant.

B.) Les **formes benthiques** sont de beaucoup les plus nombreuses. C'est principalement chez celles-ci que je me suis efforcé de dégager les exigences écologiques en m'appuyant sur la constance de l'habitat spécifique. J'ai pu ainsi reconnaître :

a) Des *formes des pierres des ruisseaux à eau vive,* telles que *Navicula viridula,* presque exclusivement localisée dans ce type de station, *Gomphonema olivaceum,* qui se rencontre aussi dans la zone superficielle plus ou moins agitée et aérée, à la ligne de flottaison des objets morts ou flottants.

b) Des *formes des boues des ruisseaux à eau calme,* telles que *Gyrosigma acuminatum, Navicula cuspidata, Cymatopleura Solea.*

c) Des *formes de fossés et ornières,* telles que *Pinnularia microstauron v. Brebissonii, Navicula cincta v. Heufleri, Nitzschia Kutzingiana f. terrestris* pour les eaux chargées de matières organiques animales (formes polysaprobes) et *Gomphonema angustatum v. producta, Eunotia pectinalis* pour les eaux chargées de matières organiques végétales (formes se trouvant dans les tourbières).

d) Des *formes épiphytes,* telles que *Cocconeis Pediculus,* qui affectionne tout particulièrement les *Cladophora, C. Placentula,* les *Epithemia,* les *Rhopalodia,* de nombreuses espèces pédonculées (*Gomphonema, Cymbella*), qui se rencontrent également en grand nombre sur les objets morts flottants.

e) Des *formes de tourbières,* telles que *Pinnularia nobilis, P. divergens, P. streptoraphe, P. stomatophora, Stenopterobia intermedia, Surirella delicatissima, Eunotia pectinalis.*

f) Des *formes des rochers suintants et des mousses* (formes subaériennes), telles que *Melosira Roeseana, Frustulia vulgaris, Navicula contenta, N. seminulum v. fragilarioides, N. fragilarioides, N. falaisiensis, Diploneis elliptica, D. oculata, Pinnularia borealis, Denticula elegans.*

g) Un bon nombre d'espèces qui peuvent être considérées comme *ubiquistes,* telle que *Pinnularia viridis, Navicula cryptocephala, N. radiosa, Nitzschia linearis, Surirella ovata v. angustata.*

6) J'ai traité dans la seconde partie des différents modes de relations des Diatomées benthiques avec leur support. J'y ai distingué : des formes coloniales en filament, en zig-zag, fixées au moyen de mucus par l'extrémité de la colonie (type semi-planctonique), des formes dont les frustules sont fixés

par une extrémité au moyen d'un coussinet gélatineux, des formes appliquées au support par toute la surface d'une valve, des formes enrobées dans un mucus étalé, des formes en tubes muqueux, des formes pédonculées.

Les formes vivant en tubes muqueux ont particulièrement retenu mon attention. Je signale pour la première fois, je crois, ce mode de vie, au moins temporaire, chez *Amphipleura pellucida*. Par contre, je ne l'ai jamais observé chez *Navicula gracilis*, qui est assez fréquemment mentionnée par les auteurs à cet état. Les *Nitzschia* d'eau douce vivant en tubes sont peu fréquents : je signale le cas de *Nitzschia dissipata*, rarement observé, et celui de *N. paleacea*, qui est nouveau.

L'association facultative entre deux espèces vivant dans le même tube muqueux, que CHOLNOKY a considérée comme une sorte de symbiose, a été rencontrée dans le cours de mes recherches, à cinq reprises différentes : l'association a toujours lieu entre un *Nitzschia* d'une part (*N. paleacea*) et une Naviculoidée d'autre part (*Frustulia, Navicula, Cymbella*).

7) Dans la troisième partie, j'ai donné quelques impressions générales concernant l'influence des divers facteurs écologiques sur le développement des Diatomées.

Les variations de température semblent moins affecter les formes planctoniques, qui se développent en toutes saisons, que la plupart des formes benthiques, dont le plein développement coincide avec la saison froide, ou du moins avec les températures moyennes qui précèdent et suivent l'hiver. La présence dans notre région d'une vingtaine d'espèces considérées comme « alpines », exclusivement réparties dans les tourbières et les rochers suintants et dont le développement n'est pas exclusivement cantonné à la période froide, *Denticula elegans* par exemple, tendrait à faire croire que les espèces dites alpines, considérées d'abord comme des espèces de région élevée, puis comme des espèces d'eau froide, ne seraient en dernier ressort que des formes spécialisées à des milieux particuliers, rochers suintants ou tourbières, et seraient plus largement répandues en région montagneuse, simplement parce que ces types de stations y sont mieux représentés que dans la plaine.

La **lumière** est un facteur important pour l'écologie des Diatomées. Ce sont des algues de lumière atténuée, les espèces benthiques plus spécialement, qui sont riches en endochrome; les espèces planctoniques semblent s'adapter à la grande lumière par une réduction extrême de la pigmentation.

L'influence de la teneur du milieu en **calcaire** est fortement discutée par les auteurs; si la plupart admettent l'existence de formes calcifuges, telles que les espèces caractéristiques des tourbières, il n'en est pas de même des espèces calciphiles. J'ai fait seulement remarquer que certaines espèces de mes récoltes n'ont jamais été rencontrées que dans les milieux calcaires : *Fragilaria pinnata, Eucocconeis flexella, Mastogloia Smithii, Cymbella microcephala, C. Cesatii, C. tumidula, Rhopalodia gibba, R. parallela.*

L'influence du **pH** est encore plus difficile à préciser, car ce facteur est lié à la composition chimique du milieu : teneur en calcaire, en matières organiques; de sorte qu'il est difficile d'affirmer qu'une espèce est plus spécialement adaptée au pH d'un milieu qu'à la présence de telle substance qui est la cause de ce pH.

La proportion de **matières organiques**, en particulier d'origine animale, a une influence plus nette. La grande majorité des Diatomées sont oligosaprobes ou mésosaprobes faibles; quelques-unes seulement sont polysaprobes : *Pinnularia microstauron v. Brebissonii, Navicula cincta v. Heufleri, Nitzschia Kutzingiana f. terrestris.*

La **dessication** du milieu a une action indéniable sur la composition de la flore : certaines espèces, *Navicula viridula, Nitzschia sigmoidea* par exemple, ne se rencontreront jamais dans des stations qui se dessèchent facilement; d'autres, au contraire, comme les formes des fossés et des ornières, des mousses humides et des rochers suintants, semblent garder un pouvoir de réviviscence après des mois de dessication complète du milieu.

L'**agitation de l'eau** permet une meilleure oxygénation; elle semble aussi avoir une influence sur la répartition des organismes en dehors de la teneur de l'eau en oxygène; mais il ne semble pas y avoir un rapport étroit entre l'agitation du milieu et le mode de fixation des colonies.

8). Dans la quatrième partie, j'ai passé en revue toutes les espèces observées, en notant pour chacune d'elles les caractères écologiques et diverses observations morphologiques ou biologiques, qui n'avaient pas trouvé place ailleurs. On trouvera, dans cette liste, 16 espèces ou variétés nouvelles pour la France : *Cyclotella ocellata, Achnanthes Clevei, Eucocconeis lapponica, Frustulia vulgaris v. capitata, Diploneis marginestriata, Stauroneis Alabamae v. angulata, Navicula fragilarioides, Navicula vitrea, Navicula gothlandica, Navicula lanceolata, Pinnularia divergentissima, Cymbella obtusiuscula, Nitzschia ignorata, Nitzschia paleacea, Nitzschia romana, Surirella delicatissima.*

BIBLIOGRAPHIE

(Ouvrages consultés)

1. Allorge P. — Remarques sur la distribution des Algues dans la Haute-Maurienne. *Bull. Soc. Bot. Fr.*, 67, 1920.
2. Allorge P. — Les associations végétales du Vexin français. *Rev. gén. Bot.*, 33-34, 1921-22.
3. Allorge P. — Algues du Briançonnais. *Bull. Soc. Bot. Fr.*, 69, 1922.
4. Allorge P. — Une pêche planctonique dans l'Erdre. *Mayenne-Sciences*, 1922.
5. Allorge P. — Variation du pH de quelques tourbières de l'Ouest de la France. *C. R. Ac. Paris*, 181, 1925.
6. Allorge P. — Algues des étangs de la Brenne. *C. R. Congr. Soc. Sav.*, 1925.
7. Allorge P. — Remarques sur quelques associations végétales du Massif de Multonne. *Mayenne-Sciences*, 1926.
8. Allorge P. — Contribution à la flore des Algues d'eau douce de la Haute-Normandie. II : Le plancton végétal de la Seine à Amfreville-sous-les-Monts. *Bull. Soc. Linn. Normandie*, 7e sér., 9, 1926.
9. Allorge P. et Denis M. — Une excursion phytosociologique aux lacs de Biscarosse (Landes). *Bull. Soc. Bot. Fr.*, 70, 1923.
10. Allorge P. et Denis M. — Notes sur les complexes végétaux des lacs-tourbières de l'Aubrac. *Arch. de Bot.*, 1, 1927.
11. Allorge P. et Gaume R. — Esquisse phytogéographique de la Sologne. Algues. *Bull. Soc. Bot, Fr.*, 72, (1925), 1931.
12. Allorge P. et Lefèvre M. — Algues de Sologne. *Ibid.*
13. Amossé A. — Les Diatomées de la Loire-Inférieure. *Bull. Soc. Sc. nat. Ouest*, 42, 1933.
14. Bachmann H. — Vergleiche Studien über das Phytoplankton von Seen Schottlands und der Schweiz. *Arch. Hydrob.*, 3, 1907.
15. Batard C. — Note sur le phytoplancton de la Mayenne. *Mayenne-Sciences*, 1933.
16. Beger H. — Beiträge zur Oekologie und Soziologie der luftlebigen (atmophytischen) Kieselalgen. *Ber. Deutsch. Bot. Ges.*, 45, 1927.

17. Beger H. — Atmophytische Diatomeen in der Alpen. *Viertelj. Naturf. Ges. Zurich*, 73, 1928.

18. Belloc E. — Les Diatomées de Luchon et des Pyrénées centrales. *Rev. de Comminges*, 8, 1887.

19. Bennin E. — Das Plankton der Warthe in den Jahren 1920-1924. *Arch. f. Hydrob.*, 17, 1926.

20. Bethge H. — Melosira und ihre Planktonbegleiter. *Kolkwitz's Pflanzenforsch.*, 3., 1925.

21. Bethge H. — Einige Fälle von Massenentwicklung bei Diatomeen. *Ber. Deutsch. Bot. Ges.*, 48, 1930.

22. Bigeard E. — Les Pediastrum d'Europe. *Trav. Lab. Bot. Univ. Cath. Angers*, 5, 1933; *Rev. algol.*, 7, 1934.

23. Bioret G. — Le Plancton de l'Etang Saint-Nicolas. *Trav. Lab. Bot. Univ. Cath. Angers*, 1, 1926; *Bull. Soc. Et. sc. Angers*, 55, 1926.

24. Bioret G. — Reliques marines dans le Lac de Grand-Lieu et la Grande-Brière (Basse-Loire). *Trav. Lab. Bot. Univ. Cath. Angers*, 3, 1931; *Intern. Rev. d. ges. Hydrob.*, 25, 1931.

25. Bioret G. — Catalogue des Algues inférieures de l'Anjou. *Trav. Lab. Bot. Univ. Cath. Angers*, 3, 1931; *Bull. Soc. Et. sc. Angers*, 60, 1931.

26. Boyer C. — The Diatomaceœ of Philadelphia and vicinity. Philadelphia, 1916.

27. Brun J. — Diatomées des Alpes et du Jura. Genève, Paris, 1880.

28. Brun J. — Diatomées d'eau douce de l'île Jan Mayen et de la côte est du Groënland. *Bih. t. k. Sv. Vet. Akad. Handl.*, 26, 1901.

29. Brutschy A. — Die Vegetation und das Zooplankton des Hallwiller Sees. *Int. Rev. d. ges. Hydrob.*, 10, 1922.

30. Budde H. — Die Algenflora des Sauerländischen Gebirgsbaches. *Arch. f. Hydrob.*, 19, 1928.

31. Budde H. — Beiträge zur Algenflora der fliessenden Gevässer Spaniens. *Ibid.*, 20, 1929.

32. Cholnoky B. von. — Beiträge zur Kenntnis der Bacillarieen-Colonien. *Fol. cryptog.* 1, 1924.

33. Cholnoky B. v. — Ueber die Diatomeen-Assoziationen der Umgebung der Dorfes Szamosfalva bei Kolozsvar. *Hedwigia*, 66, 1926.

34. Cholnoky B. v. — Ueber einen neuen Typus der Meteorpapiere. *Bot. Kozlem.*, 23, 1926.

35. Cholnoky B. v. — Untersuchungen über die Oekologie der Epiphyten. *Arch. f. Hydrob.*, 18, 1927.

36. Cholnoky B. v. — Beiträge zur Kenntnis der Bazillariaceen-Kolonien. *Hedwigia*, 67, 1927.

37. Cholnoky B. v. — Ueber mehrfache Schalenbildungen bei Anomœoneis sculpta. *Ibid.*, 18, 1928.

38. Cholnoky B. v. — Symbiose zwischen Diatomeen. *Arch. f. Protistk.*, 66, 1929.

39. Cholnoky B. v. — Adnotationes ad floram Bacillariearum Hungariœ IV. *Mag. Bot. Lap.*, 1929.

40. Cholnoky B. v. — Epiphyten-Untersuchung im Balatonsee. *Intern. Rev. d. ges. Hydrob...*, 22, 1929.

41. Cholnoky. B. v. — Analytische Benthos-Untersuchungen. *Arch. f. Hydrob*, 23, 1931.

42. Cilleuls J. des. — Le Phytoplancton de la Loire et de ses affluents dans la région Saumuroise. *Intern. Rev. d. ges. Hydrob.*, 20-21, 1928-1929; *Trav. Lab. Bot. Univ. Cath. Angers*, 2, 1927.

43. Cleve P. — Synopsis of the Naviculoid Diatoms. *K. Sv. Vet. Akad. Handl.*, 26-27, 1894-1895.

44. Cleve P. — Diatoms of Franz Josef Land. — *Bih. t. k. Sv. Vet. Akad. Handl.*, 24, 1898.

45. Cleve P. u. Grunow A. — Beiträge zur Kenntnis der arktischen Diatomeen. *K. Sv. Vet. Akad. Handl.*, 17, 1880.

46. Colombier M. du. — Catalogue des Diatomées des environs d'Orléans. *Bull. Soc. Agr. Sc. Arts Loir-et-Cher*, 1907.

47. Comère J. — Catalogue des Diatomées des environs de Toulouse. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, 18, 1884.

48. Comère J. — La flore du Canal du Midi dans la région toulousaine. *C. R. Congr. Soc. Sav.*, Paris, 1902.

49. Comère J. — Obseévations sur la périodicité du développement de la flore algologique dans la région toulousaine. *Bull. Soc. Bot. Fr.*, 53, 1906.

50. Comère J. — De l'action du milieu considérée dans ses rapports avec la distribution générale des Algues d'eau douce. *Bull. Soc. Bot. Fr.*, 60, 1913.

51. Comère J. — Documents pour l'étude des Diatomées d'eau douce. *Nuova Notar.*, 36, 1925.

52. Comère J. — Associations algologiques du pays toulousain et des Pyrénées centrales. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, 58, 1929.

53. Cozette P. — Catalogue des Algues terrestres et d'eau douce du Nord de la France. *C. R. Congr. Soc. Sav.*, 1904.

54. Deflandre G. — Note sur la flore de deux localités alpines. *Bull. Soc. Bot. Fr.*, 72, 1925.

55. Deflandre G. — Contribution à la flore algologique de la Basse-Normandie. *Ibid.*, 73, 1926.

56. Denis M. — Essai sur la végétation des mares de la forêt de Fontainebleau. *Ann. Sc. Nat. Bot., 10e sér.*, 7, 1925.

57. de Toni J. B. — Sylloge algarum II, 1891-1894.

58. Dippel L. — Diatomeen der Rhein-Mainebene. Braunschweig, 1905.

59. Donkin A. — Natural History of the British Diatomaceœ. 1870.

60. Fritsch F. and Rich F. — Contributions to our knowledge of the Freshwater Algœ of Africa. 8 : Bacillariales from Griqualand West. *Trans. R. Soc. South Africa*, 18, 1929.

61. Geitler L. — Häutung bei einer pennaten Diatomee. *Oester, Bot. Zeitschr.*, 76, 1927.

62. Geitler L. — Der Formwechsel der pennaten Diatomeen. *Arch. f. Protistenk.*, 78, 1932.

63. Gemeinhardt K. — Die Gattung Synedra in systematischer, zytologischer und ökologischer Beziehung. *Kolkwitz's Pflanzenforsch.*, 6, 1926.

64. Germain H. — Sur quelques Diatomées d'eau douce vivant en tubes muqueux. *C. R. Ac. Sc. Paris*, 195, 1932.

65. Germain H. — Sur quelques Diatomées à valves anormales. *Bull. Soc. fr. Micr.*, 4, 1935.

66. Germain H. — Flore diatomique des Caves du Musée Saint-Jean, Angers. *Bull. Soc. Bot. Fr.*, 82, 1935.

67. Grunow A. — Ueber neue oder ungenügend gekannte Algen. *Verh. zool. bot. Ges. Wien*, 10, 1860.

68. Héribaud J. — Les Diatomées d'Auvergne. 1893.

69. Hurter E. — Beobachtungen an Litoralalgen des Vierwaldstättersees. *Mitt. Naturf. Ges. Luzern*, 10, 1928.

70. Hustedt F. — Beiträge zur Algenflora von Bremen III : Bacillariaceen aus der Ochtum. *Abh. Nat. Ver. Bremen*, 20, 1909.

71. Hustedt F. — Bacillariales aus den Sudeten und einigen benachbarten Gebieten des Odertales. *Arch. f. Hydrob.*, 10, 1915.

72. Hustedt F. — Bacillariales aus Schlesien. *Ber. Deutsch. Bot. Ges.*, 40, 1922.

73. Hustedt F. — Die Vegetation der Lunzer Seengebietes (Nieder-Osterreich). *Intern. Rev. d. ges. Hydrob.*, 10, 1922.

74. Hustedt F. — Vorläufige Ergebnisse vergleichenden Untersuchungen der Bacillariaceen-Vegetation holsteinischer Seen. *Verh. Intern. Ver. Limnol.*, 1, 1923.

75. Hustedt F. — Die Kieselalgen Deutschlands, Oesterreich und der Schweiz. *Rabenh. Kryptog. Flora*, 1927-1933.

76. Hustedt F. — Die Süsswasserflora Mitteleuropas. H. 10 : Bacillariophyta, 1930.

77. Kaiser P. — Algologische Notizen II. *Hedwigia*, 50, 1911.

78. Kolbe R. — Grundlinien einer allgemeinen Oekologie der Diatomeen. *Ergebn. d. Biologie*, 8, 1932.

79. Kolkwitz R. und Marsson M. — Oekologie der pflanzliche Saprobien. *Ber. D. Bot. Ges.*, 26, 1908.

80. Krasske G. — Die Bacillariaceen-Vegetation Niederherssens. *Abh. u. Ber. Ver. Naturh. Cassel*, 56, 1925.

81. Krasske G. — Diatomeen deutscher Solquellen und Gradierwerke. *Arch. f. Hydrob.*, 18, 1927.

82. Krasske G. — Beiträge zur Kenntnis der Diatomeenflora Sachsens. *Bot, Arch.*, 27, 1929.

83. Krasske G. — Beiträge zur Kenntnis der Diatomeenflora der Alpen. *Hedwigia*, 72, 1932.

84. Krieger W. — Algenassoziationem von den Azorem und aus Kamerun. *Ibid.*, 70, 1930.

85. Kufferath H. — Contribution à l'étude de la flore algologique du Luxembourg méridional, III : Diatomées. *Ann. Biol. lac.*, 7, 1914.

86. Kurz A. — Grundriss einer Algenflora des appenzellischen Mittel- und Vorderlandes. *Beil. z. Jahresber, städt. Gymnas. Bern; Jahrber. St Gall. Naturw. Ges.*, 58, 1922.

87. Kuetzing F. — Species Algarum. Leipzig, 1849.

88. Kuetzing F. — Die Kieselschaligen Bcillariaceen oder Diatomeen. *2 Aufl.* 1865.

89. Lauterborn R. — Die Vegetation des Oberrheins. *Verh. naturlust. mediz. Ver. Heidelberg, N. F.* 10, 1909.

90. Lefèvre M. — Contributions à la flore des Algues d'eau douce du Nord de la France. *Bull. Soc. Bot. Fr.*, 72, 1925.

91. Le Roux M. — Recherches biologiques sur le Lac d'Annecy. *Ann. Biol. lac.*, 2, 1908.

92. Manguin M. — Catalogue des Algues d'eau douce du canton de Fresnay-sur-Sarthe. *Bull. Soc. Agr. Sc. et Arts Sarthe*, 1933.

93. Mayer A. — Die Bacillariaceen der Regensburger Gewässer. *Ber. Naturw. Ver. Regensburg*, 14, 1913.

94. Mayer A. — Beitrag zur Diatomeenflora Bayerns. *Denkschr. k. Bayer. Bot. Ges.*, 13, 1915.

95. Meister F. — Die Kieselalgen der Schweiz. *Beitr. Kryptogamenfl. d. Schweiz*, 4, H. 1, 1912.

96. Messikommer E. — Biologische Studien im Torfmoor von Robenhausen unter besonderer Berücksichtigung der Algenvegetation. *Mitt. Bot. Mus. Univ. Zurich*, 122, 1927.

97. Messikommer E. — Beiträge zur Kenntnis der Algenflora des Kantons Zurich, III. *Viertelj. Nat. Ges. Zurich*, 73, 1928.

98. Moebius M. — Beitrag zur Kenntnis der Algenflora Javas. *Ber. Deutsch. Bot. Ges.*, 11, 1893.

99. Moebius M. — Notiz über schlauchbildende Diatomeen mit zwei verschiedenen Arten. *Ibid.*, 25, 1907.

100. Mueller O. — Bacillariaceen aus den Natronthälern von El-Kah (Ober-Aegypten). *Hedwigia*, 38, 1899.

101. Namyslowski B. — Recherches sur l'Hydrobiologie de la Pologne. *Ann. Biol. lac.*, 14, 1925.

102. Oberdorfer E. — Lichtverhältnisse und Algenbesiedlung im Bodensee. *Zeitschr. f. Bot.*, 20, 1928.

103. Oltmanns F. — Morphologie und Biologie der Algen. *Iena*, 1922-1923.

104. Ostenfeld C. — Beitrag zur Kenntnis der Algenflora der Kossogol Beckens (Mongolei). *Hedwigia*, 46, 1907.

105. Ostrup E. — Freshwater Diatoms. *Bot. of the Fœroës*, I, 1901.

106. Ostrup E. — Danske Diatomeer. — *Kopenhagen*, 1910.

107. Pantocsek J. — A Balaton Kovamoszatai. 1902.

108. Pantocsek J. — Bacillariœ Lacus Peisonis. 1912.

109. Pelletan J. — Les Diatomées. Paris, 1891.

110. Peragallo H. — Diatomées du Midi de la France. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, 18, 1884.

111. Peragallo H. — Diatomées de la baie de Villefranche. Paris, 1888.

112. Peragallo H. et M. — Diatomées marines de France et des districts maritimes voisins. Paris, 1897-1908.

113. Petersen J. Boye. — Fres h water-Algœ from the Northcoast of Greenland. *Medd. om Gronl.*, 44, 1924.

114. Petersen J. Boye. — The Algal Vegetation of Hammer Bakker. *Bot. Tidskr.*, 42, 1932.

115. Petersen J. Boye. — Einige neue Erdalgen. *Arch. f. Protistenk.*, 76, 1932.

116. Petit P. — Liste des Diatomées observées dans les environs de Paris. *Bull. Soc. Fr.*, 24, 1877.

117. Petit P. — La dessication fait-elle périr les Diatomées ?. *Ibid.*

118. Petit P. — Observations sur la vie végétale des Diatomées. *Ibid.*, 25, 1878.

119. Pfitzer E. — Untersuchungen über Bau und Entwichlung der Bacillariaceen. *Hanstein's Bot. Abh.*, 1, 1871.

120. Prudent P. — Contribution à la flore diatomique des lacs du Jura. *Ann. Soc. Bot. Lyon*, 31, 1906.

121. Rabenhorst L. — Die Süsswasser Diatomaceen. Leipzig, 1853.

122. Rabenhorst L. — Flora europœa algarum aquœ dulcis et submarinœ, I. 1864.

123. Reichelt H. — Zur Diatomeenflora der Schöhsees bei Plön. *Forschungsber. Biol. Stat. Plön*, 10, 1903.

124. Richter P. — Neue Bacillariaceen. *Hedwigia*, 18, 1879.

125. Robert Thérèse. — Recherches sur le rôle physiologique du calcium chez les Végétaux. *Thèse*, Paris, 1915.

126. Schade A. — Pflanzenökologische Studien an den Felswänden der Sächsischen Schweiz. *Engl. Bot. Jahrb*, 48, 1912.

127. Schade. A. — Die kryptogamischen Pflanzengesellschaften an den Felswänden der Sächsischen Schweiz. *Ber. Deutsch. Bot. Ges.*, 41, 1923.

128. Scherffel A. — Zur Frage « Warum finden sich auf Conjugaten sozusagen keine Bacillariaceen ? ». *Fol. Cryptog.*, 1, 1925.

129. Schmidt A. — Atlas der Diatomaceenkunde.

130. Schmidt P. — Morphologie une Biologie der Melosira varians mit einer Beitrag zur Mikrosporenfrage. *Intern. Rev. d. ges. Hydrob.*, 11. 1923.

131. Schodduyn R. — Matériaux pour l'étude de la Faune et de la Flore des Eaux douces de Funchal (Madère). *Ann. Biol. Lac.*, 15, 1927.

132. Schoenfeldt H. von. — Diatomaceœ Germaniœ. Berlin, 1907.

133. Schorler B. — Die Algenvegetation an den Felswänden des Elbsandsteingebirges. *Abh. Naturw. Ges. Isis Dresden*, 1914.

134. Schroeder B. — Ueber Planktonepibionten. *Biol. Centralbl.*, 34, 1914.

135. Schroeter C. und Kirchner O. — Die Vegetation des Bodensees. 1896.

136. Schulz P. — Süss. und Brackwasserdiatomeen aus dem Gebiete der Freien Stadt Danzig und dem benachbarten Pomerellen. *Ber. Westpreuss. Bot. Zool. Ver.*, 50, 1928.

137. Skvortzow B. — Diatoms from Dalai-Nor Lake (Eastern Mongolei). *Philipp. Journ. Sc.* 41, 1930.

138. Smith W. — A Synopsis of British Diatomaceœ. 1853-1856.

139. Stroem K. Münster. — Studies in the Ecology and Geographical Distribution of Freshwater Algœ and Plankton. *Rev. algol.*, 1, 1924.

140. Van Heurck H. — Synopis des Diatomées de Belgique. 1880-1884.

141. Van Heurck H. — Traité des Diatomées. 1899.

142. West G. — Algœ. *Cambridge Bot. Handb.*, 1916.

143. Willer A. — Der Aufwuchs der Unterwasserpflanzen. *Verh. Intern. Ver... Limnol.*. 1, 1923.

144. Wolle F. — Diatomaceœ of North America. 1894.

145. Woloszynska J. — Algologische Notizen. *C. R. Stat. hydrob. lac de Wigry*, 1, 1925.

EXSICCATA.

146. Desmazieres J. — Plantes cryptogames de France.

147. Rabenhorst L. — Die Algen Europa's.

148. Tempère J. et Peragallo M. — Diatomées d'eau douce.

EXPLICATION DES PLANCHES

PLANCHE I

Figure 1. *Melosira ambigua* (× 700).
— 2 et 3. Tubes de *Navicula viridula* (× 15).

PLANCHE II

(× 80)

— 1 et 2. Tubes de *Navicula viridula*.
— 3. Tubes mixtes de *Navicula viridula* et *Nitzschia paleacea* (voir détail pl. III fig. 2).

PLANCHE III

(× 300)

— 1. Tubes de *Nitzschia dissipata*.
— 2. Tube mixte de *Navicula viridula* et *Nitzschia paleacea*

PLANCHE IV

(× 300)

Figure 1. 2. 3. 4. Variations de taille chez *Eunotia pectinalis*, avec formation de valves internes.
— 2 a *Eunotia lunaris*.

PLANCHE V

(× 700)

— 1. *Navicula halophila* f. *subcapitata*.
— 2 a *Cyclotella ocellata*.
— 2 b *Gomphonema olivaceum*.
— 3. *Neidium affine*, forme ondulée et capitée.
— 4. *Cocconeis Pediculus*.
— 5. *Navicula pelliculosa*.
— 6. *Anomoeoneis serians* v. *brachysira* f. *thermalis*.
— 7. *Pinnularia divergentissima*.

PLANCHE VI

(× 1300)

Figure 1. *Frustulia rhomboides.*
— 2. — — var. ?
— 3. — — var. *saxonica* f. *capitata.*
— 4. — *vulgaris.*
— 5. — — v. *capitata.*
— 6. *Navicula vitrea.*
— 7. *Nitzschia ignorata.*

PLANCHE VII

(× 700)

— 1 à 5. *Stauroneis Phoenicenteron.*
— 6 et 7. — *anceps.*
— 8. — — f. *gracilis.*
— 9. *Navicula cocconeiformis.*

PLANCHE VIII

(× 700)

— 1. *Navicula rhynchocephala.*
— 2. — — var.
— 3. *Stauroneis Alabamae* v. *angulata.*
— 4 et 5. *Navicula rhynchocephala* v. *elongata* ?
— 6 à 9. *Gyrosigma acuminatum.*

PLANCHE IX

(× 700)

— 1. 2. *Navicula viridula.*
— 3. — — v. *capitata.*
— 4. — *rostellata.*
— 5. — *viridula* (disposition en tube)
— 6. — — v. *slesvicensis.*
— 7 a — *radiosa.*
— 7 b — *gracilis.*
— 7 c — *hungarica* v. *capitata.*

PLANCHE X

(× 700)

— 1 a *Navicula cryptocephala* (type).
— 1 b — *gothlandica.*
— 1 c *Nitzschia paleacea.*
— 2. *Navicula cryptocephala* (forme à stries parallèles).
— 3 a — — v. *veneta.*

PL. X (suite)

Figure 3 b *Navicula viridula.*
— 4. — *gothlandica.*
— 5. — *cryptocephala* v. *intermedia.*
— 6. — *lanceolata.*
— 7. — — var. ?
— 8. — *laterostrata.*

PLANCHE XI

(× 700)

— 1. *Navicula mutica.*
— 2. — — (forme d'eau saumâtre).
— 3. *Navicula mutica* forme *étroite.*
— 4. — — v. *Cohnii.*
— 5 à 7. — — v. *nivalis.*
— 8. — — v. *ventricosa.*

PLANCHE XII

(× 1300)

— 1. *Navicula fragilarioides.*
— 2 a — — (frustules réunis en bandes).
— 2 b — *muralis.*
— 2 c *Amphora Normannii.*
— 3. *Diploneis oculata.*
— 4. — *marginestriata.*
— 5 a *Amphora veneta.*
— 5 b *Nitzschia Frustulum* v. *perpusilla.*

PLANCHE XIII

(× 300)

— 1. *Pinnularia nobilis.*
— 3 et 4. — *gentilis.*
— 5 et 6. — *major.*
— 7 — *viridis.*

PLANCHE XIV

(× 700)

— 1. *Cymbella ventricosa* (forme grande et fixe)
— 2. — — (forme petite et variable)
— 3. — — (forme présentant un point isolé à l'extrémité de la strie médiane dorsale).

PLANCHE XIV (suite)

Figure 4. *Cymbella obtusiuscula* (forme legerement capitée)
— 4. — *prostrata* (petite forme = *C. coespitosa*) en tube.
— 6. — *prostrata* (type) en tube avec *Nitzschia paleacea*.

PLANCHE XV

(× 700)

— 1. *Nitzschia dissipata* en tube (cf. pl. I, II, III, fig. 1.)
— 2. — *paleacea* en tube.
— 3a *Pinnularia microstauron* v. *Brebissonii*.
3b *Navicula cincta* v. *Heuferi*.
3c *Nitzschia Kutzingiana* f. *terrestris*.
— 4. — *apiculata*.
— 5. — *commutata*.
— 6. — *hungarica*.
— 7. — *ignorata* (voir aussi pl. I, V, VI, fig. 7.)
— 8a — *romana*.
— 8b — *amphibia*.

PLANCHE XVI

(× 700)

— 1. *Surirella ovalis*.
— 2. — *ovata* (type).
— 3a — — var. ?
3b — — v. *apiculata*.
3c — — v. *pinnata*.
— 4. — *delicatissima*.
— 5 à 7. — *Moelleriana*.

TABLE DES MATIÈRES

Pages

INTRODUCTION 1

HISTORIQUE 3

MÉTHODE DE TRAVAIL 9

PLAN DU TRAVAIL 13

PREMIERE PARTIE

Etude des stations naturelles 15

PREMIERE SECTION. — *Diatomées planctoniques* 15

DEUXIEME SECTION. — *Diatomées benthiques* 18

CHAPITRE I. — Pierres des ruisseaux à eau vive ne s'asséchant pas 21

CHAPITRE II. — Boues du fond des ruisseaux et cours d'eau à eaux calmes ne s'asséchant pas ... 27

CHAPITRE III. — Formation littorales des grands cours d'eau 32

CHAPITRE IV. — Fossés, ornières et ruisselets se dessèchant souvent 34

CHAPITRE V. — Objets flottants 42

CHAPITRE VI. — Plantes aquatiques 46

CHAPITRE VII. — Animaux aquatiques 56

CHAPITRE VIII. — Tourbières 57

CHAPITRE IX. — Rochers suintants et mousses 62

Pages

DEUXIEME PARTIE

Relation des Diatomées benthiques avec leur support 77

TROISIEME PARTIE

Influence des différents facteurs écologiques ... 93

QUATRIEME PARTIE

Catalogue systématique des espèces 103

Tableaux récapitulatifs 169

Résumé général et conclusions 179

Bibliographie 187

Explication des planches 195

DEUXIÈME THÈSE

PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ

Zoologie. — Les Cœlentérés d'eau douce.

Géologie. — Les Grandes Lignes de la Bretagne.

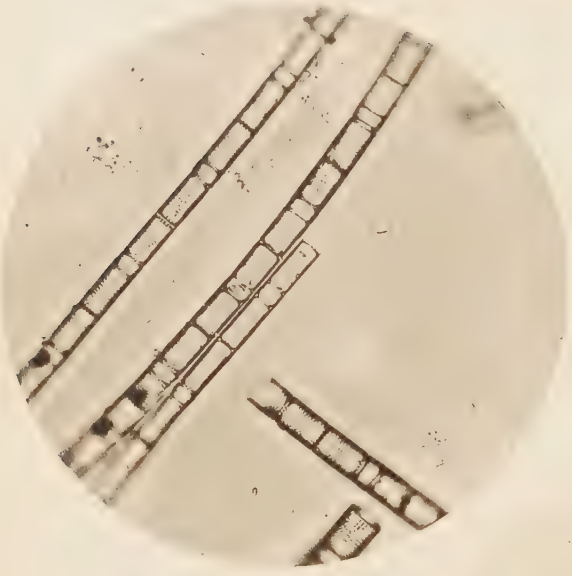
Le Doyen de la Faculté des Sciences,
J. CHAINE.

Vu : Bon à imprimer
Le Président,
J. FEYTAUD.

Vu et permis d'imprimer
Bordeaux, le 21 Mai 1935.
Le Recteur,
A. TERRACHER.

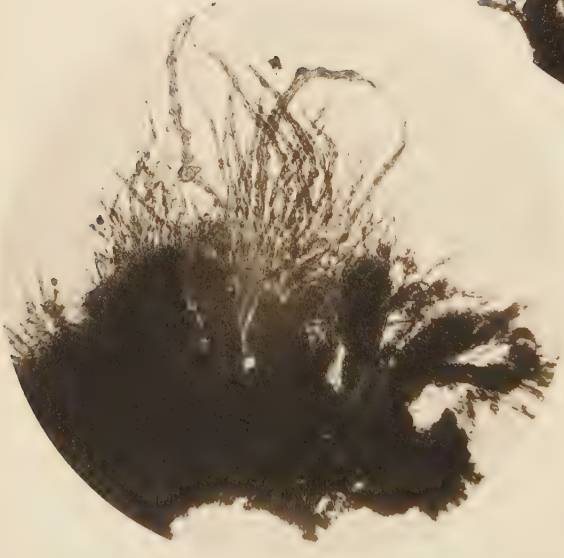
Angers. — L'Imprimerie de l'Anjou. 21, bould Gaston-Dumesnil.

Bull. Soc. Sc. nat. Ouest 5e Série, T VI, 1936, Pl. I



1

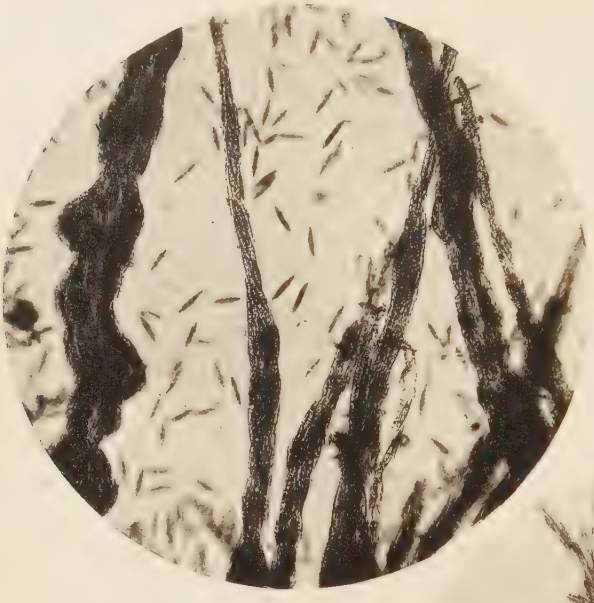
2



3

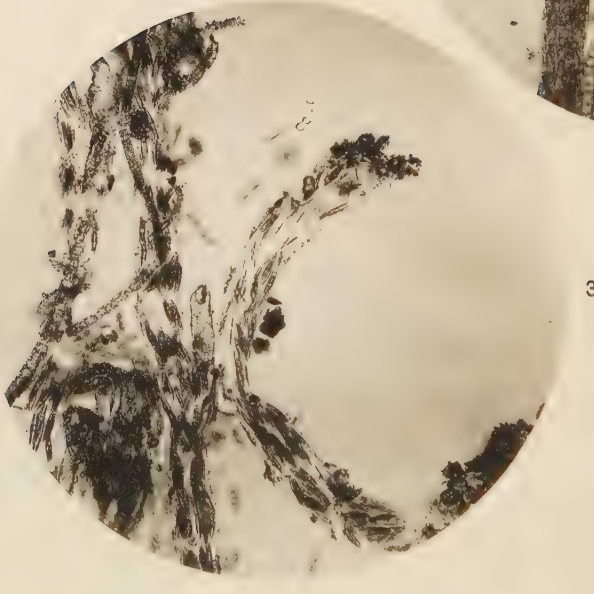
Clichés H. Germain

Bull. Soc. Sc. nat. Ouest. 5e Série. T. VI, 1936. Pl. II



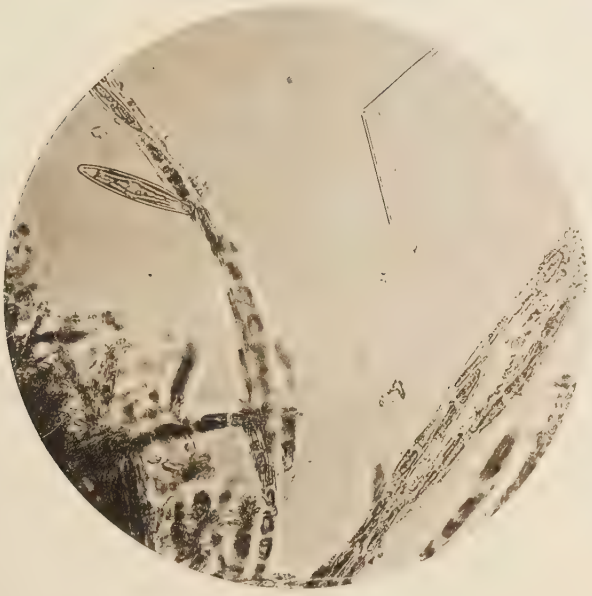
1

2

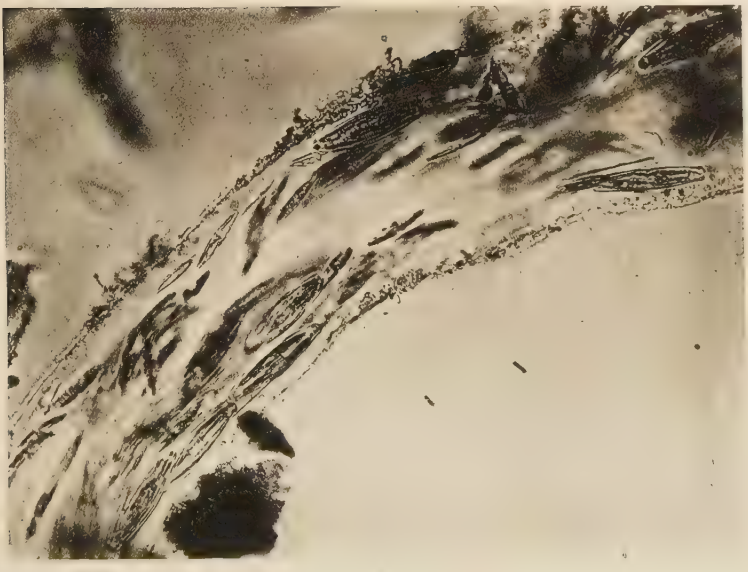


3

Clichés H. Germain

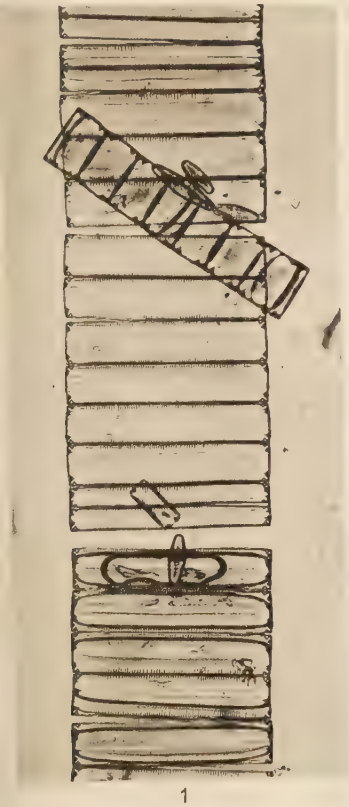


1

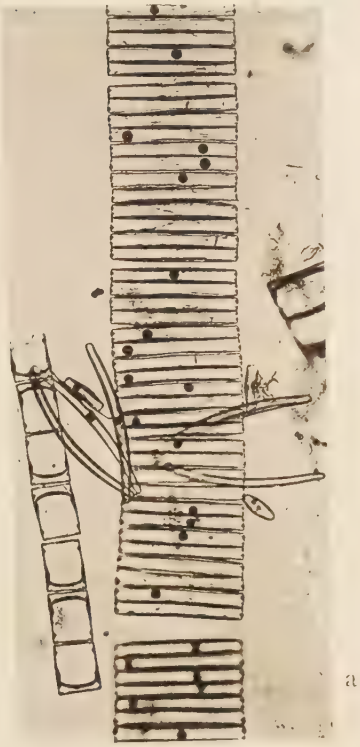


2

Clichés H. Germain



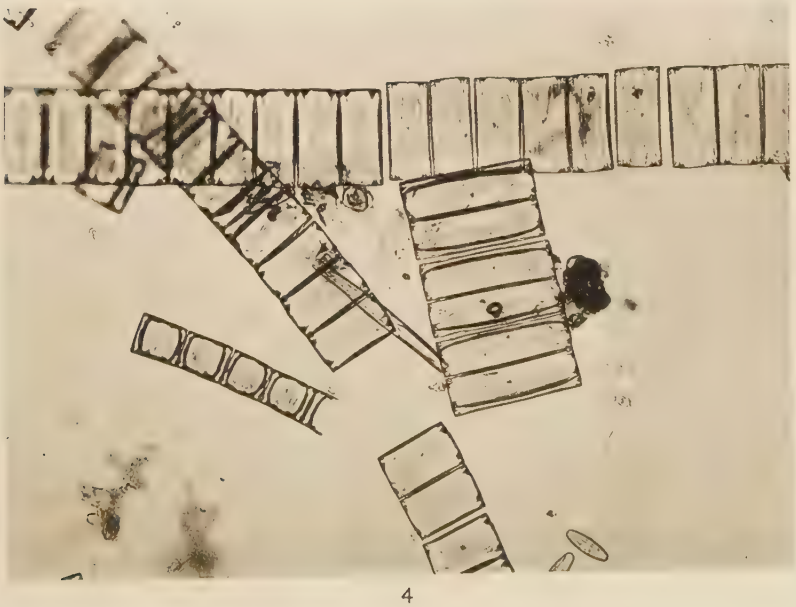
1



a

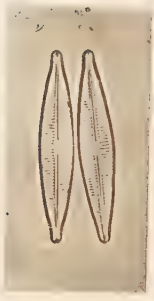
2

3



4

Clichés H. Germain



1

b

a

2

3

4

5

6

7

Clichés H. Germain

Bull. Soc. Sc. nat. Ouest. 5e Série. T. VI, 1936. Pl. VI

1

2

3

4

5

6

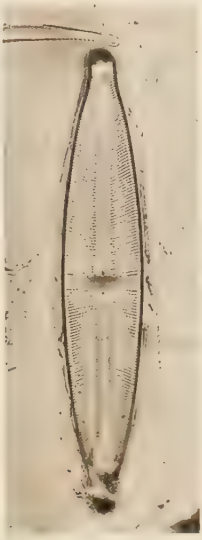
7

Clichés H. Germain

Bull. Soc. Sc. nat. Ouest. 5e Série. T. VI, 1936. Pl. VII

1

2



3

4

5

6

7

8

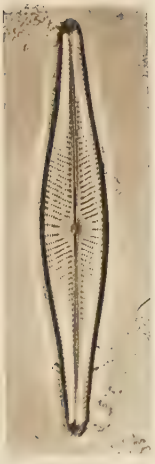
9

Clichés H. Germain

1

2

3



4

5

6

7

8

9

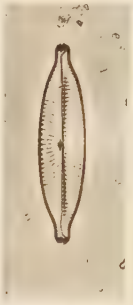
Clichés H. Germain

Bull. Soc. Sc. nat. Ouest. 5e Série, T. VI, 1936, Pl. IX

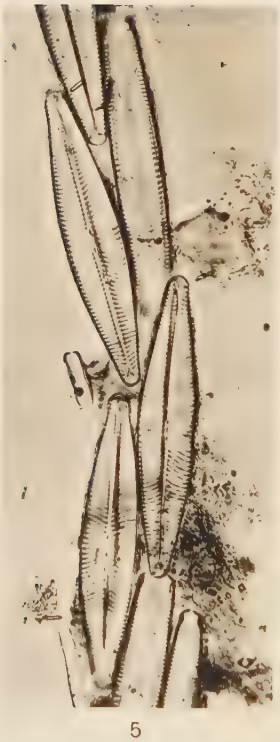
1

2

3



4

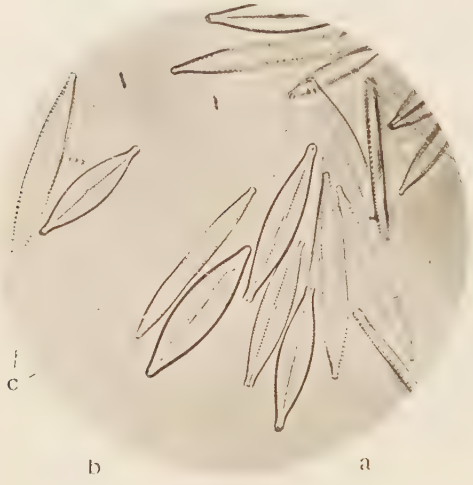


5

6

7

Clichés H. Germain



1

2

b

3

4

5

6

7

8

Clichés H. Germain

1

2

3

4

5

6

7

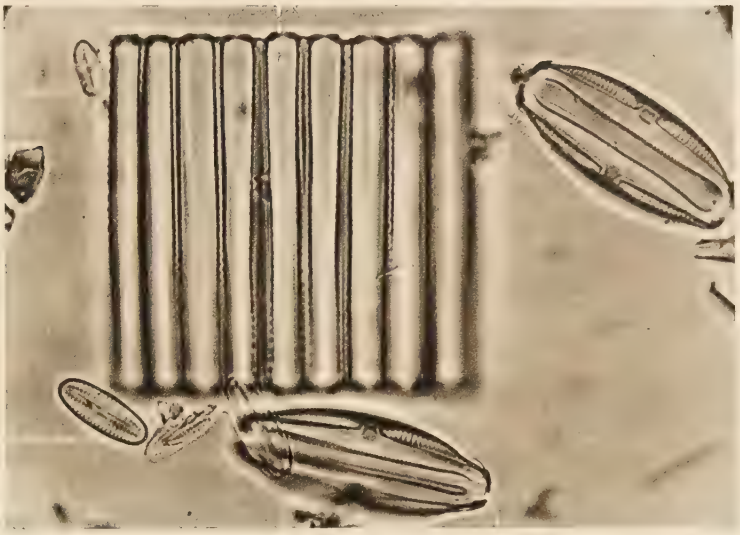
8

Clichés H. Germain

1

a

b



2 c

3

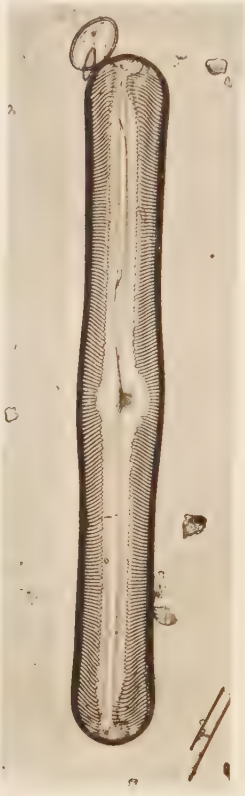
4

a

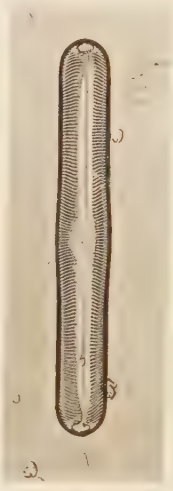
b

5

1

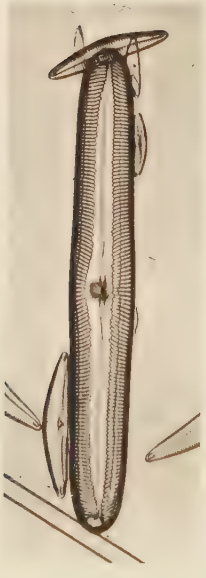


2

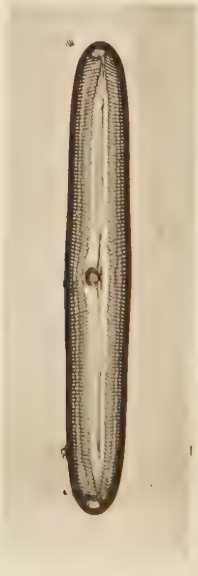


3

4



5



6

7

Cliches H. Germain

1

2

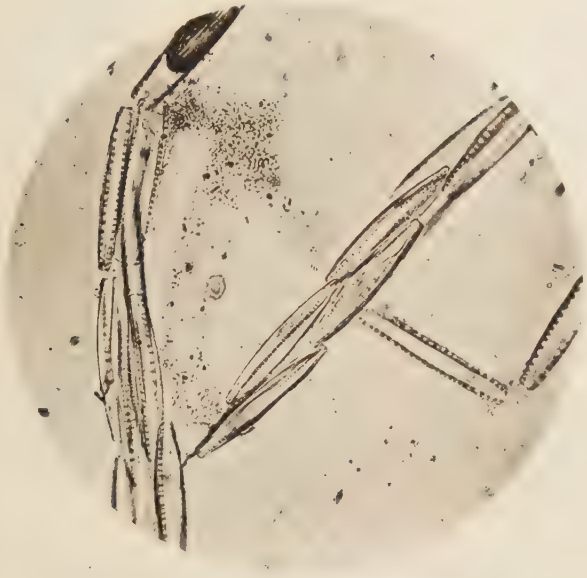
3

4

5

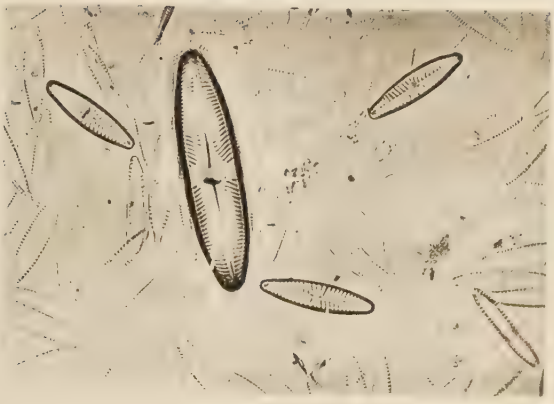
6

Clichés H. Germain



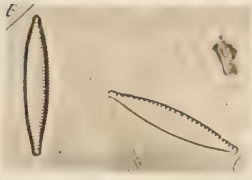
1

2



a 3 b

c

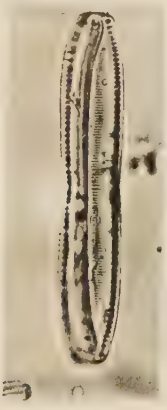


b

a

8

4



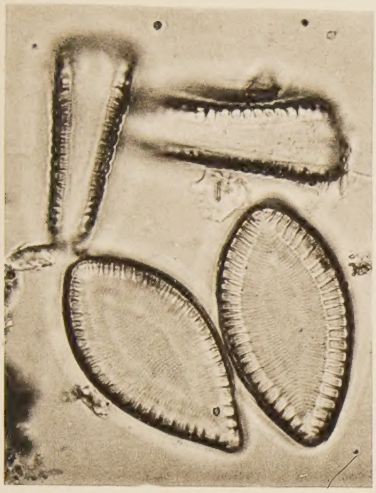
5

6

7

Cliches H. Germain

Bull. Soc. Sc. nat. Ouest. 5e Série, T. VI, 1936, Pl. XVI

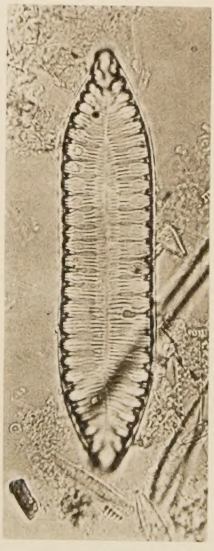


1

2

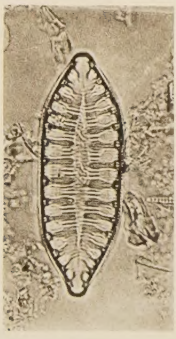
3

4



7

5



6

Clichés H. Germain